This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**A propos de ce livre**

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

**Consignes d'utilisation**

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

**À propos du service Google Recherche de Livres**

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

# ASTRONOMIE POPULAIRE

TOME QUATRIÈME

IMPRIMERIE J. CLAYE
RUE SAINT BENOIT 7
LABOR
PARIS

# ASTRONOMIE POPULAIRE

PAR

# FRANÇOIS ARAGO

DEUXIÈME ÉDITION

MISE AU COURANT DES PROGRÈS DE LA SCIENCE

PAR M. J.-A. BARRAL

TOME QUATRIÈME

---

ŒUVRE POSTHUME

---

PARIS

LIBRAIRIE DES SCIENCES NATURELLES

THÉODORE MORGAND

5, RUE BONAPARTE

1865

Le droit de traduction est réservé.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
496429
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1912 L

# ASTRONOMIE POPULAIRE

## LIVRE XXIII

### ATTRACTION UNIVERSELLE

## CHAPITRE PREMIER

### AVANT-PROPOS

De tous les résultats qui font la gloire de l'astronomie moderne, aucun ne frappe plus fortement l'imagination des personnes étrangères aux lois de la mécanique céleste, que la détermination des masses des astres. Aussi, lorsqu'un professeur chargé d'analyser les merveilles du firmament devant les gens du monde, commet la faute, au début d'une leçon, de citer les valeurs numériques des masses planétaires; s'il dit, par exemple, je vais prouver que le Soleil, placé dans le bassin d'une balance et soumis à la puissance attractive de la Terre, aurait besoin pour être équilibré de 354,936 globes pareils au globe terrestre, entassés dans le bassin opposé; un vif sentiment d'incrédulité s'empare de l'auditoire, et si l'on écoute le démonstrateur, c'est seulement pour juger de son habileté à développer un sophisme. Telle est cependant la

question à laquelle l'ordre naturel des idées m'amène inévitablement. Il m'a semblé que, sans recourir à aucune formule algébrique, je pouvais ne pas renoncer à la satisfaction de donner aux lecteurs une idée suffisamment exacte des méthodes à l'aide desquelles on est parvenu à peser les planètes. Si même je dévoilais ici toute ma pensée, l'on verrait, quoique j'aie réellement à parcourir l'ensemble des principes fondamentaux de la théorie de l'attraction, que je crains encore moins de ne pas être compris que d'entendre dire à ceux qui auront la patience de suivre la démonstration jusqu'à la fin : Comment, ce n'était que cela !

## CHAPITRE II

### LOIS DE L'ATTRACTION EXERCÉE PAR LES CORPS LES UNS SUR LES AUTRES

Un corps abandonné à lui-même tombe vers la Terre, mais un corps inerte, c'est-à-dire dépourvu de volonté, indifférent au repos comme au mouvement, ne peut se mouvoir, ne peut tomber, ne peut marcher de haut en bas que si une force l'y oblige. Tous les éléments de cette force émanant des particules matérielles dont notre globe se compose, leur ensemble, leur résultante, constitue ce qu'on appelle l'attraction, la gravitation, la pesanteur de ce corps.

La force totale qui sollicite une certaine molécule attirée, étant la somme des actions de chaque molécule matérielle du corps attirant, elle sera, quant à son intensité, proportionnelle au nombre de ces dernières molé-

cules. Ainsi, supposez que la Terre, sans changer de dimension, devienne plus compacte d'un centième; qu'elle arrive à renfermer un centième de matière de plus, sous le même volume, sa force attractive sur les corps placés à la surface deviendra d'un centième plus grande qu'auparavant.

Qui ne comprendra maintenant le sens véritable de cette expression si souvent employée :

*L'attraction est proportionnelle à la masse.*

Une variation dans la masse, ou, ce qui est la même chose, dans le pouvoir attractif de notre globe, comment se manifesterait-elle? Je dis que ce serait par une variation correspondante dans la vitesse des corps tombants. Cette vitesse (pendant un temps très-court, on peut la supposer uniforme) doit être en effet proportionnelle à la force qui l'engendre; or, la force est comme la masse. Donc, la vitesse sera aussi proportionnelle à la masse. Aujourd'hui un corps pesant parcourt, à Paris, dans la première seconde de sa chute, 4$^{m}$.9 (15 pieds 3 lignes). Eh bien, si la masse de la Terre augmentait d'un centième, ce serait aussi d'un centième qu'augmenterait l'espace parcouru dans cette première seconde; au lieu de 4$^{m}$.9, on trouverait 4$^{m}$.9 plus 0$^{m}$.049, ou 4$^{m}$.949. Ne commence-t-on pas à entrevoir comment des vitesses conduiront à l'évaluation des masses? Mais continuons.

La quantité dont un corps tombe par l'action de la Terre dans l'intervalle d'une seconde, diminue à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol. Elle est déjà sensiblement plus petite au sommet d'une haute montagne qu'au niveau de la mer. La force qui engendre cette vitesse, je veux

dire la force attractive inhérente aux molécules matérielles, diminue donc quand la distance s'accroît. Il fallait trouver suivant quelle loi s'opère la diminution. Newton fit cette découverte capitale; c'est lui qui démontra qu'à la distance 2, la puissance attractive d'un corps est 2 multiplié par 2 ou 4 fois plus petite qu'à la distance 1; qu'à la distance 3, elle est devenue 3 multiplié par 3 ou 9 fois plus petite qu'à la distance 1; qu'à la distance 10 elle n'est plus que la centième partie (10 multiplié par 10) de sa valeur à l'unité de distance. Puisqu'en arithmétique on appelle *carré* d'un nombre le produit de ce nombre multiplié par lui-même, nous engloberons tous les résultats particuliers dans cette formule générale :

*La puissance attractive d'un corps diminue proportionnellement au carré des distances.*

Tout à l'heure, nous entrevoyions que des mesures de vitesse pourraient conduire à la détermination des masses; maintenant nous reconnaissons l'impérieuse nécessité de tenir compte de la distance à laquelle l'expérience sur la vitesse aura été faite.

Revenons un moment sur nos pas, afin de lever une difficulté qui pourrait se présenter à l'esprit du lecteur sur la manière d'évaluer les distances, quand les corps attractifs auront des dimensions considérables.

Lorsqu'un petit corps terrestre, après avoir été soulevé jusqu'à 10 mètres de hauteur, par exemple, est abandonné à lui-même, il tombe, et nous sommes convenus que c'est en vertu de l'action individuelle exercée par chacune des molécules matérielles dont la Terre se compose. Or, ces molécules ne se trouvent pas, tant s'en faut,

à la même distance du corps grave. Les molécules de la surface auxquelles il correspond verticalement, n'en sont, par hypothèse, qu'à 10 mètres. La distance est sur la place du Panthéon à Paris, par exemple, de 6,365,417 mètres plus 10 mètres, pour les molécules centrales, et à peu près le double pour les molécules situées à l'antipode. Il semble véritablement impossible de tirer aucune conséquence simple de la somme des actions de tant de milliards de molécules si diversement placées. Le problème est en effet insoluble lorsque le corps attirant a une forme irrégulière. Quand cette forme au contraire est sphérique, le calcul devient d'une simplicité remarquable. En effet, Newton a démontré cette autre loi très-importante :

*Les molécules matérielles uniformément distribuées dans le volume d'une sphère agissent en somme sur un point extérieur comme si elles étaient toutes réunies au centre de la sphère.*

Ainsi, tant qu'il s'agira de corps rigoureusement ou à peu près sphériques, nous n'aurons pas besoin de nous préoccuper des distances, les unes grandes, les autres moindres, les autres petites, des diverses molécules attirantes au point attiré. Tout se passera exactement alors comme si l'ensemble de ces molécules se trouvait au centre de cette sphère ; il n'y aura, par une abstraction que le théorème de Newton a légitimée d'avance, qu'une seule distance à considérer : celle de ce centre au point attiré.

Nous venons de considérer l'attraction de notre globe sur un corps en repos; nous devons encore examiner comment la force attractive de la Terre s'exerce sur un corps en mouvement.

Supposons qu'un canon, placé à une certaine hauteur, ait été pointé dans une direction parfaitement horizontale. Le boulet sortira de cette pièce horizontalement; mais personne n'ignore qu'il abandonne bientôt cette direction, qu'il descend peu à peu, qu'à la fin il tombe à terre. Personne ne doute non plus que cette descente graduelle du boulet ne soit l'effet de la force attractive du globe. On ne sait pas aussi généralement si cette force est modifiée dans ses effets par la vitesse de translation du boulet. Une expérience très-simple nous l'apprendra.

Supposons qu'en face du canon il y ait un mur vertical, que l'éloignement de ce mur soit d'ailleurs tel que le boulet emploie tout juste une seconde pour aller le frapper; marquons exactement le point sur lequel l'axe de la pièce est dirigé, le point que le boulet irait rencontrer s'il se mouvait en ligne droite, si pendant sa course la Terre ne l'attirait pas. La distance verticale de ce point de visée au point, sensiblement plus bas, par lequel le boulet pénétrera réellement dans le mur, est la mesure de l'effet que la pesanteur produit, dans l'intervalle d'une seconde, sur un corps qui se meut avec une très-grande vitesse horizontale. L'expérience donne pour cette distance $4^{m}.9$; c'est précisément la quantité dont le boulet soulevé et abandonné ensuite à lui-même, tombe verticalement dans le même temps.

Plaçons, si l'on veut, le mur à un plus grand éloignement du canon. Supposons que le boulet n'aille l'atteindre qu'au bout de deux secondes. Le point que ce boulet frappera se trouvera beaucoup plus au-dessous du point visé que dans la précédente expérience; mais la distance

de ces deux points sera tout juste égale à la descente verticale d'un corps qui, abandonné à lui-même, subit pendant deux secondes l'action de la pesanteur.

En thèse générale, *l'action attractive de la Terre produit exactement le même effet sur un corps en repos et sur un corps en mouvement, quand cet effet est mesuré dans la direction suivant laquelle l'attraction s'exerce.*

La Lune va nous fournir un nouveau moyen de vérifier cette dernière loi, et celle de l'affaiblissement de la force attractive en raison du carré des distances. La Lune, en effet, n'est aux yeux de l'astronome et du géomètre, qu'un projectile qui, à l'origine des choses, a été lancé avec assez de force pour circuler indéfiniment autour de la Terre, comme le ferait aujourd'hui, sans la présence de l'atmosphère, un boulet projeté horizontalement près de la surface avec une vitesse suffisante.

Soit C (fig. 305) le point occupé par la Terre, autour

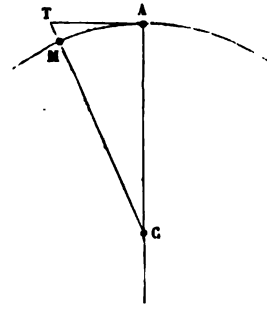



Fig. 305. — Attraction de la Terre sur la Lune.

duquel la Lune circulerait de droite à gauche, par exemple ; A, la place actuelle de cet astre. Au moment de quitter le point A, la Lune se meut dans la direction du

petit élément de son orbite curviligne qui
point A, c'est-à-dire dans la direction de la
tangente AT. Ce n'est pourtant pas en T que
rencontrer le rayon CT (au lieu de rayon,
dit le mur vertical CT, comme dans le cas
c'est en M que la rencontre a lieu. Or, la L
quitter la direction AT, suivant laquelle e
sans qu'une force l'ait détournée de cette

Je dis que cette force est la puissance
Terre située en C; que cette puissance,
notre satellite pendant le temps dont c
pour se transporter du rayon CA sur le
attiré, l'a fait tomber de la quantité TM
puis m'exprimer ainsi, du point de vi
réellement frappé par le *projectile Lu*

Démontrer cette proposition, c'est
tions et les calculs suivants :

A l'aide d'une opération directe,
que forme le rayon CA, mené de la T
certaine époque, avec le rayon CM,
astre une seconde de temps après. L
de la Lune à la Terre, est connu e
Dès lors il doit être, et il est, en e
pour l'angle ACM, mesure du dé
la Lune dans l'intervalle d'une s
point T, extrémité de la tangent
M situé sur le petit quart de cer
quelle fraction de mètre la Lune
en une seconde. Ce calcul do
chute de la Lune.

L'espace que parcourt un corps en une seconde, à Paris, quand il est abandonné à lui-même à la surface de la Terre, quand, en d'autres termes, il est à 1,591 lieues du centre, est de $4^{m}.9$. Pour avoir la quantité dont il tomberait si on l'éloignait de ce même centre jusqu'à la région de la Lune, c'est-à-dire à 95,640 lieues (liv. XXI, chap. IX, t. III, p. 401), réduisons le nombre précédent dans le rapport des carrés des distances. Le résultat de ce calcul très-simple se trouve être, avec une étonnante exactitude, la valeur numérique de la quantité MT, telle que nous l'avions déduite de la vitesse de la Lune et des dimensions de son orbite. On trouve, en effet, de cette manière $0^{m}.001352$ pour la chute de la Lune vers la Terre en une seconde. Ainsi, c'est bien la force dont nous observons journellement les effets à la surface de la Terre, la force à laquelle la chute des corps graves est due, qui maintient notre satellite dans la courbe qu'il décrit autour du globe. Seulement cette force, comparée à ce qu'elle a d'intensité à la surface de la Terre, s'y montre affaiblie dans le rapport des carrés des distances, et, répétons-le, sans qu'il faille prendre en considération l'état du mouvement de la Lune.

C'est par les calculs que nous venons d'exposer que l'immortel Newton est arrivé à la grande découverte du principe de la gravitation universelle.

Newton était parvenu à démontrer qu'une force attractive émanée d'un point et agissant réciproquement au carré des distances, fait nécessairement décrire au corps qu'elle sollicite une ellipse, ou en général une section conique dont le point d'où émane la force occupe un des

foyers. Les mouvements produits par une telle force sont-ils exactement pareils aux mouvements planétaires, tant pour la vitesse de chaque point que pour la forme de l'orbite? C'est ce qu'il fallait vérifier, afin que le grand secret du système du monde fût enfin dévoilé. Newton résolut d'essayer cette vérification sur le mouvement de la Lune, qui dans sa courbe mensuelle devait être retenue par une force d'attraction dirigée vers le centre de la Terre. Cette force devait être exactement égale à celle qui fait tomber les corps à la surface de notre globe diminuée dans le rapport du carré des distances. Mais pour exécuter ce calcul si simple, il faut connaître le rayon de la Terre. Or lorsque Newton voulut, en 1665 et 1666, soumettre sa théorie à l'épreuve décisive de l'expérience, les données que l'on possédait sur la grandeur de la Terre étaient si peu exactes, qu'elles lui fournirent une valeur plus grande du sixième que celle assignée d'après le mouvement de circulation de notre satellite. Mais heureusement, en 1669, Picard avait enfin obtenu une valeur extrêmement approchée du degré du méridien (liv. XX, chap. II, t. III, p. 11), et en 1680, les résultats de l'académicien français étant devenus l'objet de l'attention de la Société royale de Londres, Newton eut l'idée de recommencer son calcul sur la quantité dont la Lune tombe vers la Terre en une seconde. Cette fois le calcul s'accorda parfaitement avec cette grande idée de Newton que la pesanteur diminue en raison du carré des distances au centre de notre globe. On rapporte que cet accord mit l'illustre auteur des *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* dans une excitation nerveuse si

intense qu'il ne put vérifier son calcul et qu'il fut obligé de confier ce soin à un de ses amis.

L'idée de faire dépendre d'un principe unique tous les phénomènes de l'univers n'était pas nouvelle. On la retrouve dans tous les ouvrages physiques d'Aristote. « Mais, comme le fait remarquer mon ami Alexandre de Humboldt, l'état imparfait de la science, l'ignorance où l'on était à cette époque de la méthode expérimentale, qui consiste à susciter les phénomènes dans des conditions déterminées, ne permettait pas d'embrasser le lien de causalité qui unit ces phénomènes, même en les divisant en groupes peu nombreux. Tout se bornait aux oppositions sans cesse renaissantes du froid et du chaud, de la sécheresse et de l'humidité, de la raréfaction et de la densité primitive, et aux altérations produites dans le monde matériel par une sorte d'antagonisme intérieur, qui rappelle les hypothèses modernes des polarités opposées et le contraste du *plus* et du *moins*. »

Platon a eu de l'attraction universelle une idée moins confuse qu'Aristote, mais le grand philosophe n'a pas saisi l'unité du système du monde. « Il a bien vu, dit M. Th. H. Martin dans son beau travail sur le *Timée*, que le globe terrestre est de tous côtés un centre d'attraction pour les corps pesants qu'on en détache. Il a bien prouvé, contre Anaxagore, qu'aucun hémisphère n'est le haut ou le bas, plutôt que l'hémisphère opposé. Mais, voyant que la flamme se dirige vers le ciel, il n'a pu croire qu'elle fût attirée vers le même centre que l'eau ou les pierres. En conséquence, il admet que les choses de même nature s'attirent mutuellement. » Suivant Platon,

il y a quatre espèces de corps, et pour chacune de ces quatre espèces existe une région particulière où se trouve la masse principale de chacune d'elles, et où toutes les particules de même nature, éparses dans l'univers, tendent à se réunir.

L'idée de symétrie efface l'idée d'attraction chez la plupart des philosophes grecs ; les stoïciens, les épicuriens, les péripatéticiens s'accordent à penser que les corps tendent vers le centre du monde, mais ils admettent que les plus légers sont obligés de céder la place aux plus lourds. La belle découverte d'Archimède, qui reconnaît que tout corps plongé dans l'eau perd de son poids une quantité égale au poids d'un volume d'eau égal au sien, ne fait qu'apporter une nouvelle confusion dans l'opinion des philosophes, et Cicéron ne sait pas si la flamme et l'air qui s'élèvent ne sont pas repoussés par les corps les plus lourds ou attirés naturellement vers les régions supérieures. « Quant à Ptolémée, dit M. Th. H. Martin, renouvelant le système de Platon, il soutenait dans son *Traité de la chute des corps,* cité par Simplicius, qu'il y avait quatre régions où la masse de chacun des quatre éléments de la nature tendait à se réunir, que la pesanteur était l'effort produit par cette tendance, et qu'ainsi chaque espèce de corps dans sa région propre, par exemple l'eau dans la mer, était dépourvue de toute tendance au déplacement, c'est-à-dire de toute pesanteur, et il invoquait l'expérience des plongeurs qui ne sentent pas le poids de l'eau. »

Plutarque a introduit dans le système de Platon une heureuse modification. Du principe de l'attraction des

semblables, il conclut que le tout attire la partie ; qu'ainsi la Terre attire les substances terrestres, la Lune les substances lunaires, le Soleil les substances solaires, et de même pour tous les autres corps célestes. Il ne va pas cependant jusqu'à admettre que les corps célestes s'attirent les uns les autres, mais il sent qu'il y a lieu d'examiner pourquoi la Lune ne tombe pas sur la Terre ; je prends la traduction d'Amyot :

« Et toutefois, il y a le mouvement de la Lune qui, en garde qu'elle ne tombe, et la violence de sa révolution, ne plus ne moins que les pierres et cailloux, et tout ce que l'on met dedans une fronde sont empeschés de tomber parce qu'on les tourne violemment en rond. Car chaque corps se meut selon son mouvement naturel, s'il n'y a autre cause qui l'en détourne. C'est pourquoi la Lune ne se meut point selon le mouvement de sa pesanteur, estant son inclination déboutée et empeschée par la violence de sa révolution circulaire. »

L'idée de la gravitation se précise d'âge en âge. Nous venons de voir les idées de Platon et d'Aristote, 400 ans avant notre ère. Au VIe siècle, Simplicius exprime d'une manière générale cette pensée que l'équilibre des corps célestes tient à ce que la force centrifuge a la haute main sur la force qui attire ces corps vers les régions inférieures. Vers le même temps, Jean Philopon, élève d'Ammonius Herméas, attribue le mouvement des planètes à une impulsion primitive et à un effort constant pour tomber. Copernic, au milieu du XVIe siècle, estime que la gravité est une attraction naturelle qui fait de chaque corps céleste un centre agissant sur le reste de

l'univers. C'est là une vue nouvelle, clairement exposée, que bientôt Kepler soumet pour la première fois au calcul. Mais l'illustre auteur des lois des mouvements planétaires ne peut que donner une appréciation inexacte de la gravitation réciproque de la Terre et de la Lune, suivant le rapport de leurs masses. En effet, comme le remarque Delambre, « par une distraction, ou plutôt par une préoccupation difficile à concevoir, Kepler crut que l'attraction devait décroître en raison de la simple distance, quoiqu'il eût solidement établi que l'intensité de la lumière diminue en raison des surfaces sur lesquelles elle se distribue, c'est-à-dire en raison du carré de la distance. » C'est ainsi que Kepler a laissé à Newton la gloire de trouver la cause physique capable de faire parcourir aux planètes des courbes fermées, et de placer dans des forces le principe de la conservation du monde.

## CHAPITRE III

### DÉTERMINATION DE LA MASSE DU SOLEIL

Avec les notions préalables exposées dans le chapitre précédent, nous pouvons maintenant aborder la question de la détermination de la masse du Soleil comparée à la masse de la Terre. Un astre qui, à la même distance, produirait vers son propre centre, dans la première seconde, une chute double, triple,... centuple, aurait évidemment une masse double, triple,... centuple, de celle de la Terre. La question se trouve donc ramenée à celle-ci : De combien le Soleil, dans l'intervalle d'une

seconde, fait-il tomber vers son centre un corps qui en est éloigné autant que notre globe? Or, cette dernière question qui, au premier aspect, doit sembler inabordable, puisque nous ne pouvons pas nous transporter à la surface du Soleil pour y faire l'expérience de la chute des graves, trouve sa solution directe, immédiate, dans les circonstances du mouvement annuel de la Terre. En vertu de ce mouvement, notre globe décrit autour du Soleil, en 365 jours 1/4, une courbe presque circulaire dont le rayon est supérieur à 38 millions de lieues (liv. XX, chap. XXX, t. III, p. 368). Divisons les 360 degrés que cette circonférence de cercle renferme, par le nombre de secondes de temps contenues dans 365 jours 1/4. Le quotient sera la très-petite fraction de degré que la Terre parcourt sur son orbite en une seconde de temps. Reportons-nous maintenant à la figure 305, donnée à la page 7. Supposons le Soleil en C, la Terre en A; faisons l'angle ACM égal au déplacement angulaire qu'éprouve la Terre en une seconde, le rayon de l'orbite CA de 38 millions, et nous pourrons aisément calculer, en fractions de lieues ou en mètres, la quantité TM, dont le Soleil, par sa force attractive, fait tomber la Terre en une seconde. Tout à l'heure nous avons donné cette quantité pour notre globe. Nous savons qu'il fait tomber un corps de $4^m.9$ en une seconde, lorsque ce corps est distant de son centre de 1,600 lieues en nombre rond; nous calculerons facilement, d'après la loi des carrés des distances, de combien il ferait tomber, dans le même intervalle de temps, un corps qui serait à 38 millions de lieues de distance. Les distances étant égales dans les deux cas, les chutes doi-

vent être proportionnelles aux masses. En cherchant par une simple division combien de fois la chute vers la Terre est contenue dans la chute vers le Soleil, on saura donc combien il faudrait de globes terrestres pour faire une masse égale à celle de l'astre qui nous éclaire. C'est ainsi, du moins quant au fond si ce n'est dans la forme, qu'on a trouvé le nombre 354,936, cité déjà à la page 1 de ce livre.

Quels éléments avons-nous employés pour arriver à ce résultat? la quantité de mouvement angulaire de notre globe autour du Soleil, dans une seconde de temps, et la valeur en lieues du rayon de l'orbite terrestre; pas davantage. Mais nous connaissions les lois de la pesanteur universelle qui s'exerce proportionnellement aux masses qui s'attirent et en raison inverse du carré des distances. Sans la grande découverte de Newton, de pareils problèmes ne pouvaient pas même être posés. J'ai déjà fait voir (liv. x, chap. xiv et xv, t. i, p. 471 à 475) que l'observation des mouvements des étoiles doubles prouve l'universalité de l'attraction newtonienne, et que l'on pourra calculer comme nous venons de le faire pour le Soleil, la masse des étoiles dont les mouvements relatifs seront connus.

## CHAPITRE IV

### PERTURBATIONS DU MOUVEMENT DES PLANÈTES

Lorsqu'on considère une planète gravitant vers le centre du Soleil, elle obéit strictement aux lois de Kepler, et les principes de mécanique développés par Newton dans les

premiers chapitres de son immortel ouvrage rendent compte de tous les mouvements de sa marche. L'attraction proportionnelle aux masses, inverse aux carrés des distances, donne une solution complète des mouvements célestes de deux astres qui s'attirent l'un l'autre : chaque planète décrit avec une grande exactitude l'ellipse de Kepler autour du Soleil, qui en occupe un des foyers; le rayon vecteur qui joint la planète au Soleil parcourt des surfaces proportionnelles au temps; enfin le carré du temps de la révolution d'une première planète est au carré du temps de la révolution d'une seconde planète, comme le cube de la distance de la première planète au Soleil est au cube de la distance de la seconde au même astre (liv. XVI, chap. VI, t. II, p. 219). Mais Newton ne s'est pas arrêté là. Il a donné à sa grande découverte une généralité que les lois de Kepler ne commandaient pas. Il a imaginé que les diverses planètes étaient non-seulement attirées par le Soleil, mais encore qu'elles s'attiraient réciproquement. Par cette grande pensée, Newton plaça au milieu des espaces célestes des causes qui devaient inévitablement troubler une harmonie qu'on s'était trop hâté de regarder comme parfaite. Les astronomes purent voir alors du premier coup d'œil que dans aucune région du monde, voisine ou éloignée, les courbes, les lois keplériennes ne suffiraient à la représentation exacte des phénomènes; que les mouvements simples, réguliers, dont les imaginations anciennes s'étaient complu à doter les astres, éprouveraient des *perturbations* nombreuses, considérables, perpétuellement changeantes.

En effet, si au lieu de considérer l'attraction de deux

corps l'un sur l'autre, si au lieu de deux corps on en prend trois, on voit l'attraction du nouveau corps augmenter ici, diminuer là les dimensions de l'orbite elliptique ; en certains points la nouvelle force agit dans le sens même où l'astre se déplace, et le mouvement devient plus rapide ; ailleurs l'effet est inverse. L'ellipse de Kepler ne paraît plus qu'une approximation grossière de l'orbite réelle de chaque planète. Les apparences du désordre succèdent à une marche simple, régulière, sur laquelle l'esprit se reposait avec complaisance.

Newton eut la gloire de prévoir plusieurs des perturbations planétaires, d'en assigner le sens, et parfois la valeur numérique. Cependant le livre des *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* n'offrit qu'une ébauche sublime des mouvements réels des astres. Il fallut des prodiges d'analyse mathématique pour que l'ébauche se transformât en un tableau complet. L'incomparable sagacité de Newton ne pouvait suppléer aux découvertes futures de la géométrie, aux travaux immenses que durent accomplir Clairaut, Euler, d'Alembert, Lagrange et Laplace, les cinq géomètres illustres qui se partagèrent le monde dont l'immortel auteur des *Principes* avait révélé l'existence. Le problème des trois corps, c'est le nom sous lequel il est devenu célèbre, le problème de déterminer la marche d'un astre soumis à l'action attractive de deux autres astres, a été résolu, pour la première fois, par notre compatriote Clairaut.

Les perturbations du mouvement elliptique des planètes peuvent être partagées en deux classes distinctes : les unes affectent les éléments des orbites et changent

avec une extrême lenteur ; on les a nommées *inégalités séculaires* : ce sont celles que nous avons déjà indiquées précédemment (liv. XVI, chap. XI, t. II, p. 259). Les autres perturbations dépendent de la configuration des planètes, soit entre elles, soit à l'égard de leurs nœuds et de leurs périhélies, et se rétablissent toutes les fois que ces configurations redeviennent les mêmes ; elles ont été nommées *inégalités périodiques*, pour les distinguer des inégalités séculaires que cependant Laplace a démontrées être également périodiques, mais dont les périodes beaucoup plus longues sont indépendantes de la configuration mutuelle des planètes, selon la magnifique théorie donnée par l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* et de *l'Exposition du système du monde.*

« La manière la plus simple, dit Laplace, d'envisager les diverses perturbations consiste à imaginer une planète mue conformément aux lois du mouvement elliptique, sur une ellipse dont les éléments varient par des nuances insensibles, et à concevoir en même temps que la vraie planète oscille autour de cette planète fictive, dans un très-petit orbe dont la nature dépend de ses perturbations périodiques. »

Cette simple vue donne une idée nette des deux sortes d'inégalités considérées par les astronomes et les géomètres.

La connaissance des inégalités séculaires est due surtout aux travaux de Newton et d'Euler. Les excentricités des ellipses planétaires sont variables, c'est-à-dire que ces ellipses s'approchent ou s'éloignent insensiblement de la forme circulaire. Les inclinaisons des ellipses sur l'éclip-

tique ou sur un plan fixe, augmentent ou diminuent; les périhélies et les nœuds sont en mouvement. Les faibles valeurs de toutes ces variations, en s'ajoutant à la suite des siècles, doivent-elles amener un changement dans le système du monde tel qu'il nous est apparu? Cette pensée décourageante s'empara de Newton; l'immortel auteur des *Principes* douta de son œuvre; il alla jusqu'à supposer que le système planétaire ne renfermait pas en lui-même des éléments de conservation indéfinie; il croyait qu'une main puissante devait intervenir de temps à autre pour réparer le désordre. Euler, quoique plus avancé, que Newton dans la connaissance des perturbations planétaires, n'admettait pas non plus que le système solaire fût constitué de manière à durer éternellement. Jamais plus grande question philosophique ne s'était offerte à la curiosité des hommes. Laplace l'aborda avec hardiesse, constance et bonheur. Il fit sortir de sa savante analyse cette vérité qui garantit la conservation du système solaire : le grand axe de chaque orbite et par suite, en vertu de la troisième loi de Kepler, la durée de la révolution de chaque planète est une quantité constante ou qui du moins n'est sujette qu'à de petits changements périodiques. Cette importante conséquence de l'analyse qui entraîne la constance des moyens mouvements des planètes, provient de ce que les orbites planétaires ont une faible ellipticité et occupent des plans peu inclinés les uns sur les autres. C'est en 1773 que l'illustre géomètre en donna la démonstration. Lagrange et Poisson la perfectionnèrent plus tard en faisant voir qu'elle n'était pas soumise aux restrictions que Laplace n'avait pas pu fran-

chir. Il est donc bien établi que l'attraction mutuelle des planètes ne peut rien changer à l'ordonnance actuelle du monde planétaire.

Après le premier Mémoire de Laplace, il restait encore plusieurs questions intéressantes qu'il a résolues également de la manière la plus heureuse, en 1784. Voici comment il résume lui-même, dans l'*Exposition du système du monde*, ce nouveau travail : « Les ellipses planétaires ont-elles toujours été et seront-elles toujours à peu près circulaires? Quelques-unes des planètes n'ont-elles pas été originairement des comètes dont les orbes ont peu à peu approché du cercle, par l'attraction des autres planètes? La diminution de l'obliquité de l'écliptique continuera-t-elle au point de faire coïncider l'écliptique avec l'équateur, ce qui produirait l'égalité constante des jours et des nuits sur toute la Terre? L'analyse répond à ces questions d'une manière satisfaisante. Je suis parvenu à démontrer que, quelles que soient les masses des planètes, par cela seul qu'elles se meuvent toutes dans le même sens, et dans des orbes peu excentriques et peu inclinés les uns aux autres, leurs inégalités séculaires sont périodiques et renfermées dans d'étroites limites, en sorte que le système planétaire ne fait qu'osciller autour d'un état moyen dont il ne s'écarte jamais que d'une très-petite quantité. Les ellipses des planètes ont donc toujours été et seront toujours presque circulaires; d'où il suit qu'aucune planète n'a été primitivement une comète, du moins si l'on n'a égard qu'à l'action mutuelle des corps du système planétaire. L'écliptique ne coïncidera jamais avec l'équateur, et l'étendue entière des varia-

tions de son inclinaison ne peut pas excéder trois degrés. »

Les magnifiques travaux de Laplace dont je viens de rendre compte ne permettaient plus, du moins dans notre système solaire, de considérer l'attraction newtonienne comme une cause de désordre; mais était-il impossible que d'autres forces se mêlassent à celle-là et produisissent les perturbations graduellement croissantes que Newton et Euler redoutaient? Des faits positifs semblaient justifier ces craintes.

Les observations anciennes, comparées aux observations modernes, dévoilaient une accélération continuelle dans le mouvement de Jupiter, une diminution non moins manifeste dans le mouvement de Saturne. De ces variations résultaient les plus étranges conséquences.

D'après les causes présumées de ces perturbations, dire d'un astre que sa vitesse augmentait de siècle en siècle, c'était déclarer en termes équivalents qu'il se rapprochait du centre du mouvement. L'astre, au contraire, s'éloignait de ce même centre, quand sa vitesse se ralentissait.

Ainsi, chose singulière, notre système planétaire semblait destiné à perdre Saturne, son plus mystérieux ornement; à voir cette planète, accompagnée de l'anneau et des huit satellites, s'enfoncer graduellement dans les régions inconnues où l'œil armé des plus puissants télescopes n'a jamais pénétré. Jupiter, d'autre part, ce globe à côté duquel le nôtre est si peu de chose, serait allé, par une marche inverse, s'engloutir dans la matière incandescente du Soleil.

Rien de douteux, de systématique n'entrait dans ces

prévisions sinistres. L'incertitude ne pouvait rouler que sur les dates précises de ces catastrophes. On savait cependant qu'elles seraient fort éloignées; aussi, ni les dissertations techniques, ni les descriptions animées de certains poëtes, n'intéressèrent le public.

Il n'en fut pas ainsi des sociétés savantes : là on voyait avec douleur notre système planétaire marcher à sa ruine. L'Académie des sciences appela sur ces menaçantes perturbations l'attention des géomètres de tous les pays. Euler, Lagrange, descendirent dans l'arène. Jamais leur génie mathématique ne jeta un plus vif éclat; toutefois, la question resta indécise. L'inutilité de pareils efforts semblait ne laisser de place qu'à la résignation, lorsque de deux coins obscurs et dédaignés des théories analytiques, l'auteur du traité de la *Mécanique céleste* fit surgir clairement les lois de ces grands phénomènes.

L'analyse mathématique n'est pas parvenue à représenter en termes finis la valeur des dérangements que chaque planète éprouve dans sa marche par l'action de toutes les autres. Cette valeur se présente, dans l'état actuel de la science, sous la forme d'une série indéfinie de termes, qui diminuent rapidement de grandeur à mesure qu'ils s'éloignent des premiers. Dans le calcul, on néglige ceux de ces termes qui, par leur rang, correspondent à des quantités au-dessous des erreurs d'observation; mais il est des cas où le rang, dans la série, ne décide pas seul si un terme sera petit ou grand : certains rapports numériques entre les éléments primitifs des planètes troublantes et troublées, peuvent donner à des termes, ordinairement négligeables, des valeurs sensi-

bles. Ce cas se rencontre dans les perturbations de Saturne provenant de Jupiter, et dans les perturbations de Jupiter provenant de Saturne. Il existe entre les moyennes vitesses de ces deux grosses planètes, des rapports commensurables simples : cinq fois la vitesse de Saturne égale, à très-peu près, deux fois la vitesse de Jupiter; des termes qui, sans cette circonstance, eussent été fort petits, acquièrent des valeurs considérables. De là résultent, dans les mouvements des deux astres, des inégalités à longue période, des perturbations dont le développement complet exige plus de 900 ans, et qui représentent à merveille toutes les bizarreries dévoilées par les observateurs.

N'est-on pas étonné de trouver dans la commensurabilité des mouvements de deux planètes, une cause de perturbation si influente; de voir dépendre de cette rencontre numérique : « cinq fois le mouvement de Saturne est à peu près égal à deux fois le mouvement de Jupiter », la solution définitive d'une difficulté immense dont le génie d'Euler n'avait pas su triompher, et qui faisait douter que la pesanteur universelle suffît à l'explication des phénomènes du firmament? La finesse de la conception et le résultat sont ici également dignes d'admiration.

Nous verrons plus loin l'observation des perturbations de la planète Uranus, quoique cette planète ne soit connue que depuis soixante ans seulement, donner la preuve de l'existence d'une planète troublante, et servir à faire, par un autre effort non moins remarquable de l'analyse mathématique, la découverte de la planète Neptune.

## CHAPITRE V

### PERTURBATIONS DU MOUVEMENT DES COMÈTES

En faisant l'histoire des comètes périodiques, nous avons dit que l'action planétaire produisait dans leurs mouvements des inégalités qui étaient principalement sensibles parce qu'elles introduisaient des différences considérables pour les retours à leurs périhélies, entre les intervalles observés et les intervalles calculés, en tenant compte seulement de leurs éléments elliptiques, selon les lois de Kepler. C'est ainsi que pour la comète de Halley (liv. XVII, chap. VI, t. II, p. 286) l'action des planètes troublantes fait varier de plus d'un an la durée de la révolution calculée d'après la seule valeur des éléments elliptiques. Il est du reste facile de comprendre d'après les lois de Newton, pourquoi les orbites des comètes sont considérablement modifiées par l'attraction des corps dans le voisinage desquels elles passent, et pourquoi au contraire elles n'introduisent aucun changement appréciable dans la marche des planètes. Cela vient uniquement de la petitesse relative des masses cométaires (liv. XVII, chap. XXXI, t. II, p. 442). La comète de Lexell ou de 1770 qui présente ce singulier phénomène d'avoir eu une orbite elliptique exigeant une très-courte période sans qu'on ait pu cependant la retrouver, a été du reste l'occasion d'un triomphe complet pour la théorie de l'attraction universelle (liv. XVII, chap. XI, t. II, p. 306). Pourquoi cette comète dont la révolution calculée d'après

les éléments elliptiques de son orbite est de 5 ans et demi, n'a-t-elle pas été vue avant 1770, et pourquoi ne l'a-t-on pas aperçue depuis cette époque?

Lexell remarquait déjà que, d'après ses éléments de 1770, la comète dut passer dans le voisinage de Jupiter, en 1767, à moins de la cinquante-huitième partie de la distance qui alors la séparait du Soleil; qu'en 1779, quand elle revenait à nous, elle se trouva, vers la fin d'août, environ 500 fois plus près de cette même planète que du Soleil, en sorte qu'alors, malgré les immenses dimensions du globe solaire, son action attractive sur la comète n'était pas la deux-centième partie de celle de Jupiter. Ainsi, on ne pouvait douter que la comète n'eût éprouvé des perturbations considérables en 1767 et en 1779; mais il fallait encore établir que les perturbations avaient été numériquement assez fortes pour expliquer le manque total d'observations tant avant qu'après 1770.

Les formules du quatrième volume de la *Mécanique céleste* donnent la solution analytique du problème dont voici l'énoncé : L'orbite elliptique actuelle d'une comète étant connue, qu'était cette orbite auparavant? Que deviendra-t-elle après, en tenant compte dans l'un et dans l'autre cas, de l'action troublante des planètes de notre système?

En traduisant ces formules en nombres; en substituant aux lettres indéterminées qu'elles renferment, les éléments particuliers de la comète de 1770, on découvre d'abord qu'en 1767, avant que cet astre s'approchât de Jupiter, son orbite elliptique correspondait non à cinq, mais à cinquante ans de révolution autour du Soleil. On

trouve ensuite, qu'en 1779, à sa sortie de la sphère d'attraction de la même planète, la comète décrivait une orbite dont le contour ne pouvait pas être parcouru en moins de vingt ans. Il résulte aussi de ces calculs, qu'avant 1767, pendant toute la durée de sa révolution, la distance de la comète au Soleil ne fut jamais au-dessous de 194 millions de lieues, et qu'après 1779, ce minimum de distance se réduisit à 128 millions de lieues. C'était encore trop pour que l'astre pût être aperçu de la Terre.

Quelque singulier que cela paraisse, nous sommes donc pleinement autorisés à dire de la comète de Lexell, qu'en 1767, l'action de Jupiter nous la donna, et que la même action, produisant un effet inverse, nous la déroba en 1779.

## CHAPITRE VI

### DE L'ÉTHER

Les calculs dont nous venons d'exposer les bases dans les chapitres précédents sur les perturbations des mouvements planétaires et cométaires, supposent que les astres se meuvent dans le vide; ils ne tiennent aucun compte de la matière éthérée qui remplit l'univers et dont les vibrations constituent la lumière. Tout milieu matériel tend à diminuer les dimensions de l'orbite parcourue par un corps qui le traverse; mathématiquement parlant, si l'on ne parvient pas à trouver une cause compensatrice de la résistance éprouvée, il sera établi qu'après un laps de temps suffisant, composé peut-être de plusieurs milliards d'années, la Terre, par exemple, ira se réunir au

Soleil. La recherche de la cause compensatrice, si elle existe, est bien digne de fixer l'attention des géomètres. Dans tous les cas, il est facile de comprendre pourquoi on n'aperçoit pas, quant à présent, d'effet appréciable sur les planètes, tandis que la marche des comètes en est affectée d'une manière sensible. Cela provient encore de ce que les planètes ont une assez forte densité. Les comètes peuvent être, au contraire, notablement retardées dans leur marche. Pour sentir la justesse de la distinction que je fais ici quant aux phénomènes de résistance entre les corps denses et rares, on n'a qu'à comparer les distances, si dissemblables, que franchissent dans l'air, des balles de plomb, de liége ou d'édredon, lorsque, projetées d'un canon de fusil par des poids égaux de poudre, elles avaient cependant reçu les mêmes vitesses initiales.

En déterminant théoriquement l'orbite de la comète à courte période (liv. XVII, chap. VII, t. II, p. 287), M. Encke a tenu un compte scrupuleux des dérangements qu'elle devait éprouver par l'action des planètes. Néanmoins, dans chacune de ses apparitions, le calcul et l'observation présentèrent, toujours dans le même sens, des différences évidemment supérieures aux erreurs possibles des mesures.

La cause de ces discordances ne paraît pouvoir être que la résistance de l'éther. En effet, les deux seuls éléments de l'orbite qui, d'une révolution à la suivante, n'éprouvent pas de changement, sont l'inclinaison et la position du nœud. Cette invariabilité est une suite inévitable de notre hypothèse, car la résistance d'un gaz, quelque diminution qu'elle fasse subir à la vitesse d'un

corps, ne saurait détourner ce corps ni à droite ni à gauche, ni conséquemment l'entraîner à se mouvoir hors du plan primitif de son orbite.

L'effet de la résistance de l'éther sur la durée totale de cinq révolutions de la comète à courte période, s'élève actuellement, d'après les recherches de M. Encke, à environ deux jours. Si cette influence, comme on doit le croire, est du même ordre pour les autres comètes périodiques, il n'y aura aucune modification essentielle à faire dans les résultats auxquels nous sommes arrivés relativement à la marche des astres chevelus. J'aurais donc pu me dispenser de signaler ici ce nouveau genre de perturbation. Si j'en ai parlé, c'est parce que des esprits inquiets se sont emparés de cette résistance de l'éther, encore très-peu étudiée, pour en conclure qu'on ne pouvait prédire avec certitude le moment du passage d'une comète par le plan de l'écliptique, et qu'ainsi on ne devait pas accorder une confiance absolue à tout ce qui a été dit de rassurant sur la marche de la comète de six ans trois quarts ou de Gambart (liv. XVII, chap. VIII, t. II, p. 292). Voici l'objection développée et dans toute sa force.

La comète, se mouvant dans le vide, arriverait en un certain point de l'orbite terrestre 31 jours avant la Terre. Mais l'effet naturel d'une résistance doit être de retarder; la comète, se mouvant dans l'éther, se trouvera donc au point de l'orbite dont il s'agit, plus tard qu'on ne l'avait d'abord indiqué. Ainsi, il est déjà permis d'affirmer que sa plus petite distance à la Terre sera moindre que ne la donnait le calcul. Il est vrai qu'on ne pourrait pas dire à combien se montera cette diminution ; mais serait-il donc

impossible que, dans certains états physiques de la comète, le retard provenant de la résistance éthérée fût d'un mois entier sur la durée totale de la révolution? Les astronomes jusqu'ici n'ont donné, sur cet objet, que des probabilités, et il reste encore à démontrer que la Terre ne peut pas recevoir un choc violent.

Je manquerais le but que je me suis proposé en rédigeant ce chapitre, si je laissais sans réponse des difficultés qui se présentent d'une manière qu'on pourrait trouver spécieuse. Heureusement peu de mots suffiront pour montrer qu'elles reposent sur une erreur de fait incontestable.

Considérons la comète d'Encke dans sa propre orbite, et reconnaissons de nouveau, sans détour, que la position calculée dans l'hypothèse du vide et la position observée ne coïncident pas parfaitement. Mais voyons dans quel sens se manifeste la différence? D'après l'objection, la position réelle serait moins avancée que la position calculée. Eh bien, c'est tout l'opposé qui a lieu : pendant les apparitions observées la comète réelle à courte période a toujours précédé dans le sens de son mouvement (qu'on me pardonne cette expression) la comète théorique.

Il ne saurait donc plus être question, quant à la comète de six ans trois quarts, d'un passage par le plan de l'écliptique qui s'opérerait plus tard que le premier calcul ne l'a donné. Une action de résistance analogue à celle que la comète à courte période a subie, hâterait l'arrivée au nœud, et le minimum de distance de l'astre à la Terre grandirait en proportion.

Cette seule remarque suffit pour réduire au néant les

objections que je m'étais proposé de discuter. Il ne me reste plus qu'à faire entrevoir comment une accélération dans le mouvement de la comète, peut être le résultat d'une résistance.

Je conviens d'abord qu'au premier coup d'œil, une pareille accélération doit paraître assez étrange, et que ce qui résiste semblerait seulement propre à retarder. La difficulté disparaît, toutefois, dès qu'on remarque que le résultat immédiat de l'action d'un milieu résistant sur un astre qui le traverse, étant une diminution dans sa vitesse tangentielle, ou, ce qui est la même chose, dans ce qu'on est convenu d'appeler la force centrifuge, c'est précisément comme si la puissance attractive du Soleil augmentait. L'effet nécessaire de cet accroissement de puissance sera toujours un rapprochement de l'astre et du Soleil, une diminution dans les dimensions de l'orbite primitive. Mais le lecteur sait que les vitesses et les distances de tous les astres de notre système, se trouvent liées entre elles par un des trois grands principes astronomiques connus sous le nom de lois de Kepler ; que les carrés des temps des révolutions sont entre eux comme les cubes des grands axes des ellipses parcourues. Cette loi emporte la conséquence que les planètes et les comètes se meuvent d'autant plus vite qu'elles sont plus près du Soleil.

En y songeant bien, on reconnaîtra que la difficulté sur laquelle nous venons de nous arrêter, provenait de ce que chacun, dans sa pensée intime et sans peut-être s'en rendre compte, supposait l'orbite de l'astre invariable. Il est bien certain qu'un corps astreint à parcourir une

certaine courbe en vertu d'une impulsion primitive, se mouvrait plus vite dans le vide que dans une matière gazeuse; mais un pareil corps ne peut pas être assimilé à une comète, car celle-ci, dès qu'elle éprouve quelque résistance, change de route. Que peut-il donc y avoir d'extraordinaire à ce qu'alors elle arrive plus tôt? C'est encore ici le cas d'appliquer la remarque de Fontenelle, que « quand une chose peut être de deux façons, elle est presque toujours de celle qui d'abord semble la moins naturelle. »

## CHAPITRE VII

### MASSES DES PLANÈTES

Nous avons précédemment fait voir (chap. III, p. 14) comment les lois de l'attraction universelle permettent de déterminer facilement la masse du Soleil. Un calcul analogue à celui que nous avons exposé nous fournira la masse de Jupiter, ou, en général, celle d'une planète ayant un satellite. Supposons que le satellite, comparé à la planète, puisse être regardé comme une simple molécule matérielle. Connaissant les dimensions de l'orbite, on saura quelle est la quantité dont le satellite tombe vers la planète en une seconde de temps, résultat d'où l'on pourra aisément déduire la quantité dont le satellite tombe vers le Soleil en une seconde de temps. Mais cette dernière quantité peut aussi se déduire facilement des circonstances du mouvement de la planète autour du Soleil. La comparaison des deux nombres ainsi obtenus fera connaître le rapport de la masse du Soleil à celle de Jupiter.

En opérant de même sur les satellites d'Uranus, et en négligeant la masse d'un satellite comparée à celle de la planète et la masse de la planète comparée à celle du Soleil, on déterminerait le rapport qui existe entre la masse d'Uranus et celle du Soleil.

Les mêmes raisonnements peuvent s'appliquer à Uranus et à Neptune.

Pour les planètes qui n'ont pas de satellites, on détermine leurs masses d'après les perturbations qu'elles produisent ou qu'elles supportent. On comprend que l'observation de la marche réelle de Mars et de Vénus, par exemple, comparée avec la marche calculée d'après le mouvement elliptique, donne des valeurs qui, introduites dans les formules où on fait entrer l'attraction exercée par les corps voisins, permettent de calculer les masses troublantes. D'un autre côté on comprend aussi que les perturbations causées par Mercure sur la marche d'une comète périodique, telle que celle d'Encke, aient pu conduire à calculer la masse de cette planète.

Ces diverses méthodes servent, du reste, à donner des vérifications des valeurs déjà obtenues, et leur emploi simultané conduit à des perfectionnements des déterminations cherchées. On doit concevoir d'ailleurs qu'elles s'appliquent à la Lune et que les perturbations causées par notre globe et celles que subit son mouvement sont calculées par les mêmes théories.

Le lecteur a sous les yeux, dans les lignes précédentes, les principes des procédés employés par les astronomes pour peser les corps du système solaire. On est arrivé aux résultats suivants :

| | | | Masses le Soleil étant 1. | Mas la Terre |
|---|---|---|---|---|
| rcure | ☿ | ..... | $\frac{1}{4,865,751}$ | $\frac{1}{13}$ |
| nus | ♀ | ..... | $\frac{1}{401,847}$ | $\frac{9}{10}$ |
| Terre | ♁ | ..... | $\frac{1}{354,936}$ | 1 |
| rs | ♂ | ..... | $\frac{1}{2,680,337}$ | $\frac{1}{8}$ |
| piter | ♃ | ..... | $\frac{1}{1,050}$ | 33 |
| urne | ♄ | ..... | $\frac{1}{3,500}$ | 10 |
| anus | ♅ | ..... | $\frac{1}{24,000}$ | 15 |
| ptune | ♆ | ..... | $\frac{1}{17,000}$ | 21 |
| Soleil | ☉ | ..... | 1 | 354,9 |
| Lune | ☾ | ..... | $\frac{1}{354,936 \times 88}$ | $\frac{1}{88}$ |

ıt aux nombreuses petites planètes placé
; Jupiter, on sait seulement que leurs m
:tites.
'oit que les corps de notre système s
ɔrdre suivant en commençant par ce
ande masse : le Soleil, Jupiter, Sat
, la Terre, Vénus, Mars, Mercure

## CHAPITRE VII

### DENSITÉ DE LA TE

masses des planètes déterr
exposées dans le chapitr
ent que des rapports en
ɜ solaire, sans nous de
ɜ peuvent être par rapp

que nous avons sous la main. On sait que, pour comparer les unes aux autres les masses des différents corps qu'on rencontre à la surface de notre globe, on est convenu de les rapporter à la masse, c'est-à-dire au nombre de points matériels du même volume d'eau. La masse d'un centimètre cube d'eau considérée à la température de son maximum de condensation, ou de 4 degrés centigrades, est ce qu'on appelle l'unité des densités. La densité d'un corps quelconque est le rapport de la masse d'un centimètre cube de ce corps à celle d'un centimètre cube d'eau. Le problème que les physiciens et les astronomes se proposent, en cherchant la densité de la Terre, est en conséquence de trouver le rapport de la masse d'un centimètre cube moyen de la Terre à celle d'un centimètre cube d'eau. Ce problème a été résolu par Cavendish, à l'aide d'une série remarquable d'expériences faites avec une balance que nous allons décrire. Cavendish a admis que les lois de l'attraction universelle sont applicables à tous les corps terrestres. Or on connaît l'action exercée par la Terre sur une petite balle de plomb, qui, en un lieu donné, est distante du centre de la Terre d'une longueur donnée par le calcul; cette action, en effet, est mesurée par le poids de la balle de plomb, poids obtenu par une balance ordinaire. Si donc on peut mesurer à l'aide d'une balance spéciale l'action d'une grosse boule de plomb sur la même petite balle, lorsque les centres des deux boules de plomb sont à une distance connue, il est évident que, comme on sait que les attractions sont proportionnelles aux masses, et en raison inverse du carré des distances, on aura une

relation dans laquelle le rapport des masses de la Terre et de la grande boule sera seul inconnu. La résolution de cette question donne immédiatement ce rapport d'où on déduit la densité moyenne de la Terre, puisqu'on connaît la densité du plomb. Telle est la méthode dont s'est servi Cavendish en modifiant un appareil qui avait été imaginé dans le même but par un physicien nommé Michell, mort avant d'avoir pu mener à bonne fin les expériences qu'il avait projetées.

La figure 306 représente la coupe verticale, et la

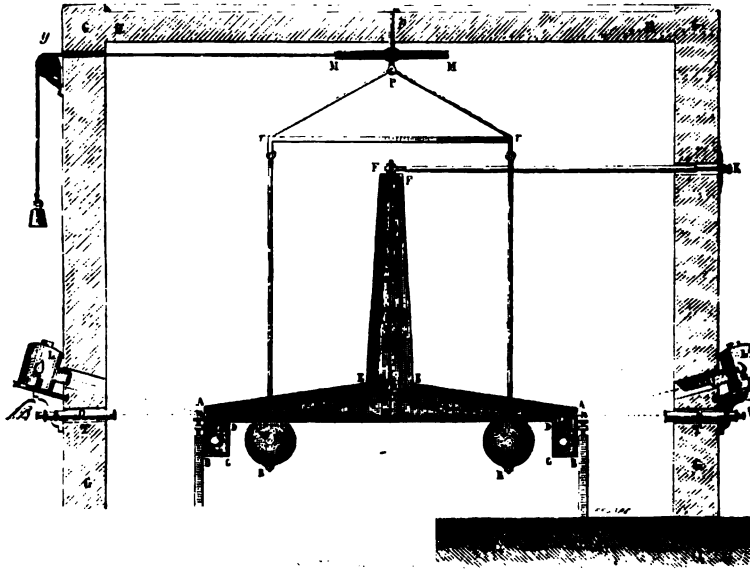


Fig. 306. — Coupe verticale de l'appareil de Cavendish pour la mesure de la densité moyenne de la Terre.

figure 307 le plan de l'appareil de Cavendish. Deux petites boules de plomb $xx$ sont supendues aux extré-

mités d'un levier horizontal *hh*, formé d'une planchette légère. Ce levier est supporté en son milieu *m* par un fil d'argent *gl*, et pour qu'il ne fléchisse pas sous l'action des boules *xx*, deux fils d'argent obliques *hg*, *hg* le fortifient. Afin que ce système ne soit pas influencé par les agitations de l'air, il est renfermé dans une boîte légère ABC DDC BAE FFE; cette boîte est montée sur quatre supports *ssss* à l'aide d'écrous destinés à lui donner une position horizontale.

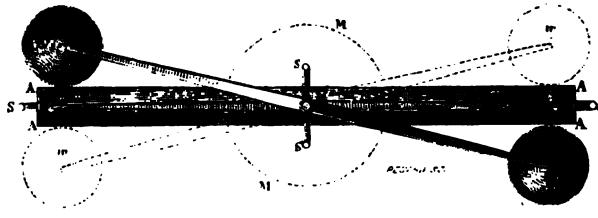



Fig. 307. — Plan de l'appareil de Cavendish pour la mesure de la densité moyenne de la Terre.

Deux grosses boules de plomb WW sont portées par deux tiges de cuivre *r*R, *r*R; celles-ci sont maintenues par la barre en bois *rr* et suspendues, par une tige à boulon P*p*, à la poutre HH verticalement au-dessus du centre de l'appareil. La poutre HH repose sur les murs GG qui forment l'enveloppe générale de la balance. La tige boulonnée P*p* est concentrique avec une poulie horizontale MM sur la gorge de laquelle sont enroulés deux cordons qui passent à travers deux ouvertures pratiquées dans les murs de la grande chambre, et qui, après s'être enroulés sur des poulies verticales *y*, sont tendus par de petits poids. Il suffit de tirer l'un de ces cordons pour donner un mouvement de rotation à la poulie MM,

et pour amener par conséquent les boules WW à telle position qu'on désire dans l'appareil par rapport aux boules *xx*.

On commence par mettre le levier *hh* au milieu de la petite boîte, en faisant mouvoir le bouton K qui est placé à l'une des extrémités d'une tige horizontale KF ; cette tige est, à son autre extrémité, en communication avec le fil d'argent vertical *lg*. On conçoit qu'on est maître de donner au levier *hh* la position voulue, sans que le fil d'argent ait aucune torsion. En ce moment les boules WW doivent être dans un plan perpendiculaire au levier *hh;* elles n'exercent alors aucune influence sur les boules *xx*. Mais si on amène les boules WW à une petite distance des boules *xx*, ainsi qu'on le voit dans la figure 307, elles attirent ces dernières qui ne peuvent se déplacer qu'en faisant subir au fil *lg* une torsion croissante qui finit par équilibrer l'attraction réciproque des boules de plomb. En observant avec les lunettes TT, on peut voir passer devant le fil du réticule les divisions de deux petites règles *nn* éclairées par les lampes LL. Il suffit alors d'amener les boules WW dans une position *ww* inverse et symétrique de celle qu'on leur a d'abord donnée, pour qu'on lise un angle double de la déviation produite.

Une fois ce résultat obtenu, on enlève le système des grosses boules WW ; on dérange le levier *hh* de sa position d'équilibre, et on l'abandonne à lui-même de manière à le faire osciller de part et d'autre de cette position. Les oscillations sont déterminées par la force de torsion, et leur durée est dans un rapport connu avec cette force qui est ainsi déterminée. Or c'est cette force de torsion qui

précédemment faisait équilibre à l'attraction réciproque des boules de plomb W et $x$. Cette attraction est dès lors connue et sa comparaison à celle exercée par la Terre sur la boule $x$, donne, comme nous l'avons expliqué plus haut, la densité cherchée.

Nous n'avons pas besoin de dire que Cavendish a eu soin de corriger les causes d'erreur provenant de la résistance du levier au mouvement, de l'attraction exercée sur les masses par le levier lui-même, de l'attraction des verges de cuivre et de la cage sur les masses, etc. Par un grand nombre d'expériences fort concordantes, il a trouvé que la densité moyenne de la Terre est 5.448; celle de l'eau était 1. Des expériences analogues ont été faites plus tard à Freiberg par M. Reich et elles ont conduit au nombre 5.4383 qui ne diffère de celui de Cavendish que dans la limite des erreurs que comportent des observations aussi délicates.

## CHAPITRE IX

### DENSITÉS DES PLANÈTES

Nous avons fait voir précédemment en parlant de Mercure (liv. XVIII, chap. IV, t. II, p. 499), de Vénus (liv. XIX, chap. IV, t. II, p. 514), de la Lune (liv. XXI, chap. IX, t. III, p. 402), comment, de la connaissance des diamètres des astres et de leurs distances à la Terre, on peut conclure les nombres qui représentent leurs volumes comparés au volume de la Terre pris pour unité. En résumant ici les divers résultats obtenus pour les

rps du système solaire, on obtient

| | | Diamètres réels, celui de la Terre étant 1. | Volumes, le volume de la T étant 1. |
|---|---|---|---|
| | ☿ | 0.391 | 0.060 o |
| | ♀ | 0.985 | 0.957 o |
| ) | ♁ | 1.000 | 1.000 |
| | ♂ | 0.519 | 0.140 o |
| | ♃ | 11.225 | 1,414.200 |
| | ♄ | 9.022 | 734.800 |
| | ♅ | 4.344 | 82.000 |
| | ♆ | 4.719 | 110.600 |
| l | ☉ | 112.060 | 1,407,124.000 |
| | ☾ | 0.264 | 0.018 o |

e les corps de notre système se
suivant, en commençant par les
oleil, Jupiter, Saturne, Neptun
nus, Mars, Mercure, la Lune.
à celui que fournit la comp
p. VII, p. 33); cherchons s'i
a comparaison des densités.
est la masse de l'unité de vo
nasse entière d'un corps s'o
me de ce corps par sa de
a densité sera donnée par
représentent les masses
ent les volumes.
es ci-dessus combinés

pitre VII (p. 34), nous donneront les résultats suivants en prenant successivement pour unité la densité de la Terre et celle de l'eau :

| | | Densités, la Terre étant 1. | Densités, l'eau étant 1. |
|---|---|---|---|
| Mercure | ☿ ..... | 1.234 | 6.71 |
| Vénus | ♀ ..... | 0.923 | 5.02 |
| La Terre | ♁ ..... | 1.000 | 5.44 |
| Mars | ♂ ..... | 0.948 | 5.15 |
| Jupiter | ♃ ..... | 0.238 | 1.29 |
| Saturne | ♄ ..... | 0.138 | 0.75 |
| Uranus | ♅ ..... | 0.180 | 0.98 |
| Neptune | ♆ ..... | 0.222 | 1.21 |
| Le Soleil | ☉ ..... | 0.252 | 1.37 |
| La Lune | ☾ ..... | 0.619 | 3.37 |

L'ordre ici est complétement différent de celui que donnent la comparaison des masses ou celle des volumes ; en commençant par les corps les plus denses on trouve : Mercure, la Terre, Mars, Vénus, la Lune, le Soleil, Jupiter, Neptune, Uranus, Saturne.

Le volume de la Terre est de 1,081 quatrillions de mètres cubes et par conséquent le poids de la Terre de 5,881 quatrillions de tonneaux de 1,000 kilogrammes chacun.

## CHAPITRE X

### PESANTEUR A LA SURFACE DU SOLEIL ET DES PLANÈTES

L'universalité de l'attraction des corps les uns sur les autres proportionnellement aux masses et en raison inverse du carré des distances explique comment les corps sont

retenus à la surface des astres sur lesquels ils sont placés. Tous les corps abandonnés à eux-mêmes dans le voisinage du Soleil, de la Lune, des planètes, doivent tomber sur la surface de ces globes, comme un corps abandonné près de la Terre tombe sur la surface du globe que nous habitons. Seulement le Soleil, la Lune, les planètes ayant des masses différentes et des dimensions non moins diverses, il en résulte que l'intensité de la pesanteur varie sur la surface de chacun de ces corps. Si on représente par l'unité la pesanteur à la surface de la Terre, il est facile d'avoir la pesanteur à la surface d'un autre corps du système solaire, en divisant la masse de ce corps, rapportée à celle de la Terre prise pour unité, par le carré de son rayon, comparé à celui de la Terre pris aussi pour unité. En effectuant ce calcul pour les principales planètes, pour le Soleil et pour la Lune, on obtient le tableau suivant :

| | | Pesanteurs, la pesanteur à la surface de la Terre étant 1. |
|---|---|---|
| Mercure | ☿ ..... | 0.51 |
| Vénus | ♀ ..... | 0.91 |
| La Terre | ♁ ..... | 1.00 |
| Mars | ♂ ..... | 0.50 |
| Jupiter | ♃ ..... | 2.45 |
| Saturne | ♄ ..... | 1.09 |
| Uranus | ♅ ..... | 1.05 |
| Neptune | ♆ ..... | 1.10 |
| Le Soleil | ☉ ..... | 28.30 |
| La Lune | ☾ ..... | 0.16 |

L'ordre de plus grande pesanteur à la surface des principaux globes du système solaire, est le suivant : le

Soleil, Jupiter, Neptune, Saturne, Uranus, la Terre, Vénus, Mercure, Mars, la Lune.

On concevra facilement la signification des résultats précédents en remarquant que le même corps suspendu à un ressort gradué devrait, si on portait l'appareil successivement à la surface de chacun des astres du système solaire, s'arrêter à des divisions proportionnelles aux nombres qui indiquent les pesanteurs que nous venons de donner.

## CHAPITRE XI

### COMPARAISONS VULGAIRES DESTINÉES A DONNER DES IDÉES EXACTES DE L'ÉTENDUE DU FIRMAMENT ET DE LA GRANDEUR DES ASTRES QU'ON Y OBSERVE.

Hésiode prétendait que le ciel et l'enfer étaient à la même distance de la surface de la Terre, l'un en haut, l'autre en bas. Pour donner une idée de la distance du ciel à la Terre, il disait qu'une grosse enclume en fer qui tomberait du ciel vers la Terre, ne nous parviendrait qu'au dixième jour, et qu'elle emploierait le même temps pour aller de la surface de la Terre à l'enfer.

Aujourd'hui, on a pu mesurer avec exactitude les orbites des planètes, et on calcule facilement que Neptune, le corps du système solaire qui gravite dans l'orbite la plus éloignée du Soleil, mettrait 10,994 jours ou plus de 30 ans pour tomber vers le centre du monde planétaire, si l'on supposait subitement anéantie la vitesse tangentielle qui, combinée avec l'action de l'astre radieux et avec les actions des diverses planètes, fait circuler

Neptune dans une courbe que l'observation et la théorie permettent aux astronomes de figurer sans aucune peine. J'ai donné dans une autre occasion (liv. XX, chap. XXVII, t. III, p. 356) les temps que mettraient à tomber vers le Soleil les autres planètes, si elles étaient abandonnées à la seule force attractive du globe solaire. Le lecteur a vu d'ailleurs que la lumière qui se meut pourtant avec une si prodigieuse vitesse, ne met pas moins de 3 à 4 ans pour nous arriver des étoiles les plus rapprochées dont il ait été possible de déterminer la distance à notre planète (t. Ier, liv. IX, chap. XXXII, p. 437). Mais je reviens à des comparaisons avec des quantités dont on est plus habitué à se rendre compte.

On sait qu'un boulet de 24 parcourt tout au plus 400 mètres par seconde à sa sortie d'une bouche à feu. Cette vitesse correspond à 4,000 mètres en 10 secondes, à 6 lieues par minute, à 360 lieues par heure, à 8,640 lieues par jour, à 3,155,760 lieues par an, à 37,870,000 lieues en 12 ans. Il faudrait donc plus de 12 ans à un boulet qui conserverait toute sa vitesse initiale pour franchir les 38 millions de lieues qui mesurent la distance moyenne de la Terre au Soleil. Un semblable boulet n'emploierait pas moins de 360 années pour aller du Soleil à Neptune; mais il arriverait de la Terre à la Lune en 11 jours.

La vitesse de la translation de la Terre autour du Soleil est de 7 lieues 6 dixièmes par seconde, c'est-à-dire 76 fois plus grande que celle du boulet de 24; celui-ci emploierait 29 heures pour faire le tour de l'équateur terrestre. La vitesse de rotation de notre globe est de

11 centièmes de lieue par seconde, de 396 lieues par heure, un peu plus grande que celle du boulet de canon.

Voici un autre rapprochement qui frappera peut-être l'esprit du lecteur :

L'auteur d'un ouvrage publié en 1844, sous le titre de *Vestiges of the natural history of creation*, fait cette remarque : Si le plus rapide cheval de course dont on ait jamais parlé, fût parti, à la naissance de Moïse, d'une des extrémités du diamètre de l'orbite d'Uranus, et eût couru depuis lors le long de cette droite avec sa pleine vitesse et sans jamais s'arrêter, il n'aurait encore aujourd'hui parcouru que la distance de la circonférence au centre, que la moitié du diamètre ; le cheval arriverait à la planète.

Un professeur d'Angers voulant donner à ses élèves une idée sensible de la grandeur de la Terre comparée à celle du Soleil, imagina de compter le nombre de grains de blé de grandeur moyenne qui sont contenus dans la mesure de capacité nommée le litre : il en trouva 10,000. Conséquemment un décalitre doit en renfermer 100,000, un hectolitre 1,000,000, et 14 décalitres 1,400,000. Ayant alors rassemblé en un tas les 14 décalitres de blé, il mit en regard un seul de ces grains et dit à ses auditeurs : « Voilà en volume la Terre et voici le Soleil. » Cette assimilation frappa les élèves de surprise infiniment plus que ne l'avait fait l'énonciation du rapport des nombres abstraits 1 et 1,400,000.

## CHAPITRE XII

### DE LA PESANTEUR A LA SURFACE DE LA TERRE

Les anciens n'avaient que des idées confuses sur la force qui fait tomber les corps à la surface de la Terre, et que l'on nomme la pesanteur. Galilée a eu la gloire de montrer que cette force agit, en un lieu donné, de la même manière sur tous les corps qui s'y trouvent, et que si l'expérience montre que des corps de nature très-différente ne tombent pas également vite, cela tient à ce que l'air atmosphérique offre une résistance inégale à leur chute.

Si la pesanteur à la surface de la Terre est un cas particulier de l'attraction universelle, elle doit agir sur les corps placés sur notre planète, suivant les lois générales que nous avons précédemment démontrées (chap. II, p. 2 à 14). Or, nous avons vu que la Terre n'est pas sphérique, qu'elle est aplatie aux pôles et renflée à l'équateur. Les corps situés vers les régions polaires sont plus rapprochés du centre de la Terre d'environ 5 lieues que ceux situés vers les régions équatoriales. Comme la Terre doit agir sur tous les corps placés à sa surface de la même manière que si toute la masse était réunie en son centre, comme, en outre, sa force attractive doit diminuer proportionnellement aux carrés des distances, on voit que la pesanteur doit être moins grande à l'équateur qu'aux pôles. Une autre cause tend encore à diminuer l'intensité de la pesanteur à mesure qu'on

s'approche de l'équateur. En effet, la Terre tourne sur elle-même avec une vitesse dont nous avons rappelé la valeur dans le chapitre précédent. Or, tout corps qui est animé d'un rapide mouvement de rotation autour d'un centre, comme la pierre suspendue à une fronde, tend à s'éloigner de ce centre ; c'est l'effet de ce qu'on est convenu d'appeler la force centrifuge. Cette action, qui est nulle aux pôles, augmente à mesure qu'on s'avance vers l'équateur terrestre, et elle a une composante dont l'action est directement opposée à celle de la pesanteur.

Ces considérations théoriques reposent sur les mesures de la Terre et sur la découverte de ses mouvements. On comprend tout l'intérêt que dut présenter aux astronomes la possibilité de les vérifier. Les propriétés du pendule que nous avons indiquées au commencement de ce traité (liv. II, chap. X, t. I, p. 57) ont permis d'arriver sur ce point à une exactitude dont les amis des sciences ont le droit d'être fiers.

Les variations de l'intensité de la pesanteur à la surface de la Terre ne sont que la conséquence de la figure de notre globe et de son mouvement de rotation sur lui-même. La figure elle-même de la Terre provient de l'existence éternelle du mouvement de rotation. Alors que la Terre était liquide à sa surface, comme il est probable qu'elle est encore maintenant liquide à une certaine profondeur (liv. XX, chap. XVIII, t. III, p. 247), à ces époques éloignées de nous d'un nombre de milliers d'années qu'il est impossible de calculer, la surface de notre planète a dû prendre, sous l'effet de l'action de la

force centrifuge, une forme renflée vers les régions placées dans un plan mené par le centre du globe perpendiculairement à l'axe de rotation. Ces régions équatoriales ont plus tard conservé leur position lorsque l'écorce terrestre s'est constituée à la suite du refroidissement progressif de la planète.

Quoi qu'il en soit, le nombre d'oscillations qu'effectue en un certain temps un pendule abandonné à lui-même, dépend de l'intensité de la pesanteur et de la longueur de ce pendule. Si l'amplitude des oscillations est très-petite, c'est-à-dire si le pendule ne s'écarte que de 2 à 3 degrés au plus de part et d'autre de la verticale, la relation qui existe entre ces différents éléments est très-simple ; elle consiste en ce que le carré du nombre des oscillations effectuées dans un temps donné est proportionnel à l'intensité de la pesanteur et en ce qu'il diminue proportionnellement à la longueur du pendule. Il résulte de là que la variation de l'intensité de la pesanteur, ou ce qui revient au même, comme nous venons de l'expliquer, que la figure de la Terre peut se déduire du nombre d'oscillations que fait en vingt-quatre heures un même pendule, de longueur invariable, dans des lieux situés sous diverses latitudes, ou de la comparaison des longueurs différentes que doit avoir un pendule pour exécuter dans tous ces lieux le même nombre d'oscillations en un temps donné.

Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que les énoncés précédents se rapportent seulement à l'emploi de pendules simples, c'est-à-dire de pendules dans lesquels le fil à l'extrémité duquel la masse oscillante est

suspendue, a une masse nulle ou tout à fait négligeable par rapport à cette dernière. Dans tous les cas on possède des méthodes d'un emploi facile pour trouver la longueur du pendule simple, idéal, qui ferait son oscillation dans le même temps que le pendule réel ou composé qu'il est seulement possible d'observer. Un tel pendule simple est ce qu'on appelle le pendule *synchrone* du pendule *composé* employé.

Les deux méthodes dont nous venons d'indiquer le principe, exigent, l'une et l'autre, qu'on détermine dans chaque station quel nombre d'oscillations y fait, en un jour moyen ou en un jour sidéral, le pendule dont on se sert : elles diffèrent seulement en ce que, dans la première, il est indispensable que l'appareil oscillant n'éprouve jamais d'altération ni dans sa forme, ni dans ses dimensions, tandis que, lorsqu'on suit la seconde, cette invariabilité n'est pas nécessaire, puisqu'on mesure la longueur du pendule après chaque observation.

C'est à Richer, membre de l'Académie des sciences de Paris, qu'on doit la première observation de l'application du pendule de longueur invariable à la constatation du changement de l'intensité de la pesanteur à la surface de la Terre. Cet astronome reconnut qu'une horloge réglée à Paris retardait chaque jour, à Cayenne, d'une quantité notable, parce que le pendule qui réglait la marche de cette horloge oscillait à Cayenne plus lentement qu'à Paris. Bòrda s'est servi le premier de la seconde méthode ; elle est susceptible de plus d'exactitude que celle de l'observation du pendule invariable, mais elle exige un établissement particulier d'une grande délicatesse.

Le pendule invariable se compose généralement d'un cylindre de cuivre, au bout duquel est une lentille lourde de même métal, qui fait corps avec lui, parce que le cylindre et la lentille ont été fondus d'une seule pièce. A l'autre extrémité du cylindre est invariablement attaché un couteau affilé d'acier, destiné à supporter le pendule pendant les expériences; ce couteau repose sur un plan d'agate parfaitement dressé. On doit corriger les observations des erreurs introduites par les changements qu'apportent, dans la longueur du pendule, les variations de la température, et, dans son mouvement, la résistance de l'air. On voit que le pendule, dans la méthode de Richer, est un pendule composé ; on doit donc, en outre, chercher la longueur du pendule simple *synchrone*, ou dont l'oscillation a la même durée.

Dans la méthode de Borda, le pendule employé se rapproche autant que possible du pendule simple ou idéal. Voici la description du pendule de ce genre que M. Biot et moi nous avons employé dans les observations faites en Espagne; nous l'extrayons en grande partie de la note lue par M. Biot à l'Institut, le 27 juin 1808, quelque temps après son retour de Formentera ; elle montre les soins qu'on doit prendre pour obtenir des résultats exacts. Le pendule est formé par une boule de platine B (fig. 308) suspendue à un fil de métal *a;* l'extrémité inférieure du fil est serrée par la vis A′ dans le bouton A d'une calotte sphérique VX ; cette calotte a le même rayon que la boule, et elle est appliquée sur la surface de celle-ci avec un peu de suif, de manière à y adhérer, en vertu de la pression de l'atmosphère et du

contact parfait résultant de la sphéricité. L'autre bout du fil est attaché à la queue à vis C d'un couteau de

Fig. 308. — Boule de platine du pendule de Borda et du pendule de MM. Arago et Biot.

suspension (fig. 309), qui repose sur un plan d'agate

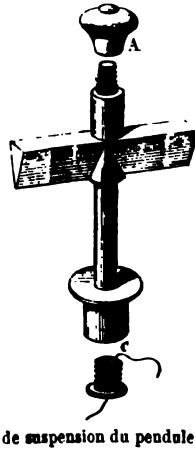



Fig. 309. — Conteau de suspension du pendule de MM. Arago et Biot.

*ab* (fig. 310), le pendule oscillant dans le sens perpendiculaire *cd*. Ce plan de suspension posé sur une plaque

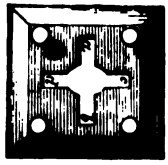
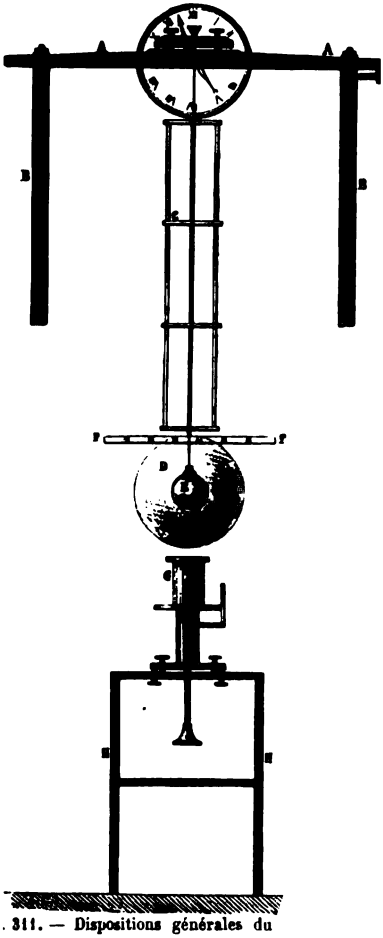


Fig. 310. — Plan de suspension du pendule.



. 311. — Dispositions générales du
par MM. Arago et Bi

de fer AA qu'on aperçoit dans la figure 311, qui représente la disposition générale de l'appareil, est rendu bien horizontal par l'emploi d'un petit niveau de verre sans monture et de vis calantes. La plaque AA est supportée par les barres de fer BB qu'on aperçoit en profil dans la figure 312. On accorde préalablement la masse du

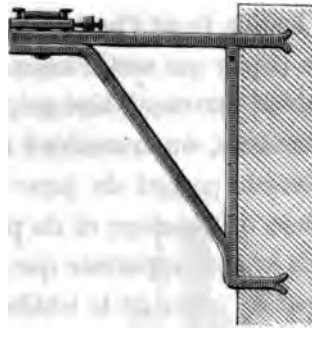


Fig. 312. — Barres de support du pendule de MM. Arago et Biot.

couteau, de manière que ses oscillations aient à très-peu près la même durée que celles de l'horloge CD (fig. 311), sur laquelle on se propose de régler le pendule total E. Ce résultat s'obtient par le mouvement d'un petit bouton A (fig. 309) vissé sur la tête du couteau, et qui, en se tournant ou se détournant, s'approche ou s'éloigne du plan de suspension. Quand le synchronisme des oscillations partielles est aussi approché qu'on peut l'obtenir par cette méthode, on suspend au couteau le fil et la boule de platine, en donnant au fil une longueur telle que les oscillations de tout le système diffèrent peu de celles de l'horloge, et par conséquent de celles du couteau seul. Comme le centre de gravité du couteau est extrêmement

rapproché du plan de suspension, sa masse n'a, dans les circonstances où fonctionne l'appareil, qu'une influence insensible sur la longueur du pendule.

L'appareil étant ainsi disposé, on établit à sept ou huit mètres de distance une lunette dont l'oculaire porte à son foyer un fil vertical, qu'on dirige sur le fil du pendule pendant l'état de repos, et l'on fixe, dans la même direction, sur la lentille D de l'horloge, aussi en repos, un petit cercle de papier qui sert d'index. Ces préparatifs terminés, on fait marcher l'horloge, et lorsque sa marche est bien assurée, on commence à faire osciller le pendule. La lunette permet de juger l'inégalité des marches du pendule de l'horloge et du pendule simple, et elle augmente la vitesse apparente que prend le fil du pendule par rapport à l'index de la lentille. Les époques des coïncidences peuvent également être constatées avec beaucoup de précision. Entre deux coïncidences consécutives, le pendule gagne ou perd deux oscillations sur l'horloge, et on trouve dès lors, par une simple proportion, combien il y aura d'oscillations perdues ou gagnées par le pendule en un jour solaire moyen. On sait donc combien le pendule fait d'oscillations pendant ce temps. On a une correction à opérer provenant de l'inégalité d'amplitude des arcs parcourus par le pendule ; ces arcs sont connus par l'échelle divisée FF, et le calcul permet de ramener toutes les oscillations à des oscillations de très-petite amplitude.

Tout l'appareil est renfermé dans une cage vitrée, afin d'éviter les mouvements de l'air, et il s'y trouve des thermomètres qui indiquent la température à chaque

instant. L'observation du baromètre complète les déterminations nécessaires pour ramener le nombre d'oscillations constaté à ce qu'il serait si l'on pouvait opérer dans le vide.

Il reste à mesurer la longueur du pendule depuis le plan de suspension jusqu'au bas de la boule de platine. Pour cela on dispose à l'avance (fig. 311) sur un support HH un plan métallique G qui peut s'élever ou s'abaisser au moyen d'une vis.

On voit ce plan métallique représenté à part en A dans la figure 313; il s'élève par la vis D dont les tours et les

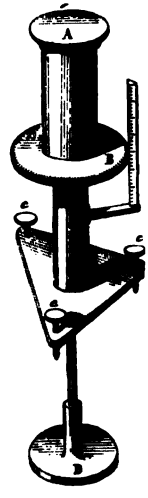



Fig. 313. — Plan métallique destiné à la mesure de la longueur du pendule de MM. Arago et Biot.

fractions de tours sont indiqués par le cercle divisé B qui se meut devant une règle verticale également divisée. Les vis *ccc* servent à attacher ce petit appareil au-dessous du pendule. A l'aide de quelques tâtonnements on

parvient à obtenir un contact rigoureux entre le plan métallique et la boule de platine. On doit éviter de soulever cette dernière parce qu'on détruirait l'effort de traction exercé par la boule sur le fil, et que le fil ne reviendrait à sa première position que peu à peu et après un certain temps. On prend pour indice du contact parfait la disparition d'un trait de lumière entre le plan et la boule.

Ce résultat étant obtenu, on mesure la distance entre le plan métallique inférieur et le plan de suspension à l'aide d'une règle métallique divisée. A cet effet on adapte un couteau de suspension à l'une des extrémités de la règle. Ce couteau C (fig. 314) est en acier trempé et à

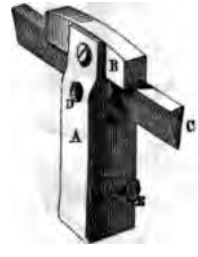



Fig. 314. — Couteau de suspension de la règle destinée à la mesure de la longueur du pendule de MM. Arago et Biot.

tranchant vif; il faut que la tête de la règle soit aussi en acier trempé, afin que le tranchant du couteau ne puisse y pénétrer, et cependant le contact doit être parfait, afin que la longueur mesurée soit bien exacte. On enfonce la règle dans une gaîne A adaptée à la tête B du couteau, jusqu'à ce qu'elle touche le tranchant de celui-ci, et on la fixe alors à l'aide d'une forte vis de pression E. Afin de m'assurer du contact, non-seulement avant et après la

mesure, mais encore quand la règle est suspendue, j'ai fait percer dans la tête du couteau un trou D dirigé perpendiculairement à son axe : on peut ainsi observer facilement si le passage de la lumière est bien intercepté entre le couteau et la règle.

L'autre extrémité de la règle est munie d'une languette qu'on peut faire sortir ou rentrer au moyen d'une vis de rappel. Sur cette languette et sur la règle sont tracées des divisions égales.

La règle étant suspendue à la place du pendule, on fait sortir la languette jusqu'à ce qu'elle vienne se mettre en contact parfait avec le plan métallique inférieur. Lorsqu'on est arrivé à ce résultat, après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour que la température de la règle soit celle de la cage, on lit le nombre de divisions dont la languette est sortie. A l'aide d'un comparateur (fig. 315 et 316), instrument imaginé par Lenoir et perfectionné par Fortin, on trouve d'ailleurs la longueur de la règle, la longueur des divisions, et la grandeur de la fraction de division dont la languette est sortie. Pour cela on compare avec des étalons la règle ayant la languette rentrée, la règle ayant la languette sortie d'un nombre entier de divisions, et enfin, à chaque fois, la règle ayant la languette sortie dans l'état exigé pour le contact avec le plan métallique inférieur du pendule.

On sait que le comparateur présente un talon fixe T (fig. 315) et un talon mobile T′. On place l'une des longueurs à comparer entre les deux talons et on produit un contact parfait du talon T′ en faisant avancer la coulisse sur laquelle celui-ci est posé. On serre alors les

vis de pression RR, et le talon T′ ayant fait marcher le levier coudé *bcb′*, on peut voir la coïncidence d'un vernier V placé à l'extrémité de la longue branche du

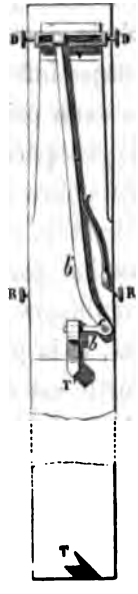



Fig. 315. — Mécanisme du comparateur de Fortin.

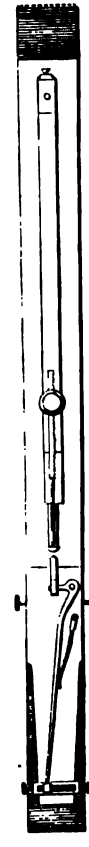


Fig. 316. — Vue de la règle posée sur le comparateur de Fortin.

levier, avec les divisions d'une règle DD. Si alors on enlève la première longueur pour y substituer l'autre, le talon T′ est forcé par un ressort de s'appuyer encore

sur l'extrémité de la longueur nouvelle. La marche du vernier, dans un sens ou dans l'autre, indique alors, avec une approximation qui n'est pas moindre qu'un cinq centième de millimètre, la différence des deux longueurs comparées.

Il reste encore à retrancher de la longueur totale trouvée le rayon de la boule de platine, rayon qui peut se calculer d'après le poids de cette boule et la densité connue du platine et que l'on trouve d'ailleurs expérimentalement en plaçant la boule dans un appareil de contact formé de deux plans parallèles dont l'un est fixe et l'autre mobile ; on mesure les mouvements de ce dernier à l'aide d'une vis portant un vernier latéral qui donne les centièmes de millimètre. Enfin il y a lieu de faire des corrections en raison du poids du fil et de celui de la calotte, puis de réduire les observations au niveau de la mer et au vide. Toutes ces opérations s'effectuent par des calculs dans lesquels je n'ai pas à entrer, mon but étant uniquement de faire comprendre l'esprit général des méthodes, tout en signalant les précautions minutieuses auxquelles l'astronome doit s'assujettir.

Le pendule que je viens de décrire est un peu différent de celui de Borda ; pour faire connaître ce dernier, je placerai ici un extrait de la description qu'il en a lui-même donnée. L'appareil est représenté par la figure 317. AB est l'horloge à secondes aux oscillations de laquelle Borda et Cassini, dans la série d'observations qu'ils entreprirent en commun, comparaient le mouvement du pendule ; ce pendule VP tombait un peu en avant de l'horloge, et avait sa suspension à l'extrémité d'un bloc

de pierre CDFK posé sur la partie supérieure du mur contre lequel l'appareil était établi. La boule P du pen-

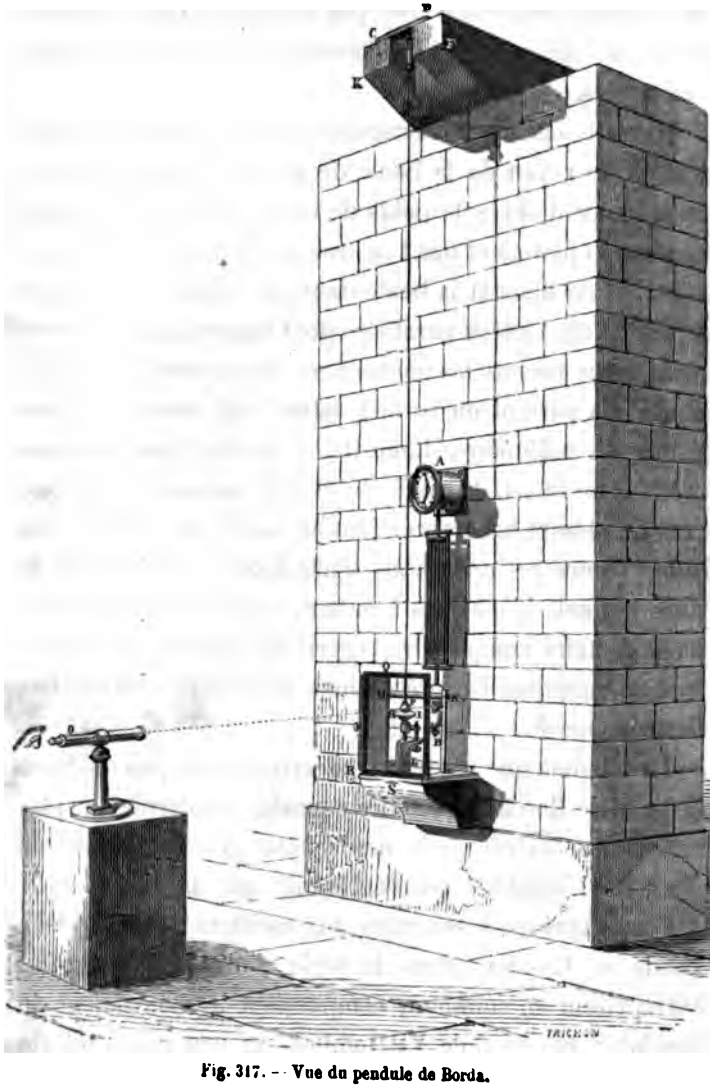



Fig. 317. — Vue du pendule de Borda.

faisait ses oscillations à peu près à la hauteur du
e de la lentille, et on les observait avec la petite

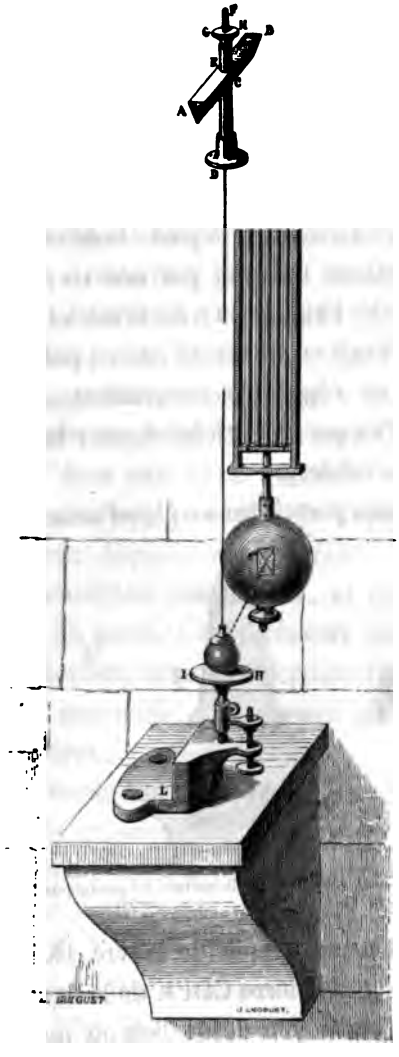


Fig. 318. — Partie supérieure et partie inférieure du pendule de Borda.

lunette O placée à deux mètres de distance. L'horloge et tout l'appareil du pendule étaient renfermés dans une caisse commune qui les mettait à l'abri des mouvements de l'air, et qui avait des panneaux à vitre dans sa partie inférieure pour laisser voir les oscillations.

Le pendule de Borda et Cassini était à suspension à couteau. Voici la description de cette monture donnée par les deux astronomes : « AB (fig. 318) est le couteau ; CD une queue inférieure à laquelle le fil est attaché ; EF une pièce montante finissant par une vis ; GH un petit bouton mobile le long de la vis. C'est au moyen de ce bouton, qui servait en partie de contre-poids à la queue inférieure, qu'on réglait le mouvement oscillatoire du couteau, et qu'on parvenait à lui donner la même durée qu'à celui du pendule...

« La suspension portait sur un plan d'acier MN (fig. 319)

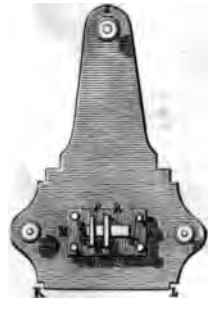


Fig. 319. — Plan de suspension du couteau du pendule de Borda.

qui était fixé sur une plaque de cuivre IKL qui tenait elle-même au bloc de pierre CDFK de la figure 317, par trois fortes vis, au moyen desquelles on mettait le plan MN exactement de niveau. Le couteau OP était toujours

placé au milieu de l'ouverture ST (fig. 319) lorsqu'on observait les oscillations. Mais lorsqu'on mesurait la longueur du pendule, on transportait ce couteau vers T, et on le remplaçait par une règle qui servait à cette mesure et dont on voit la partie supérieure en QR...

« Le pendule tombait un peu en avant de l'horloge. On avait collé sur la lentille B un papier à fond noir *e*, sur lequel étaient tracées deux lignes blanches qui se croisaient, en formant avec l'horizon un angle de 45°. L'horloge étant arrêtée et le pendule étant également au repos, on fixait la lunette O (fig. 317) dans la direction OP*e*, passant par la croisure des lignes de la lentille et par le fil du pendule, et on plaçait à une petite distance du pendule un écran à fond noir QRS, dont le bord QS était dans une ligne verticale et arrangé de manière qu'il couvrait la moitié de l'épaisseur du fil du pendule : cette disposition étant faite, on mettait le pendule et la lentille en mouvement, et on observait le temps où le fil du pendule et la croisure des lignes de la lentille disparaissaient ensemble derrière l'écran... Entre deux concours successifs, l'un perdait sur l'autre deux oscillations entières...

« Comme la durée des oscillations d'un pendule augmente suivant la grandeur des arcs qu'il décrit et qu'il fallait réduire cette durée à celle des oscillations infiniment petites, on avait le soin d'observer l'amplitude des arcs à l'instant de l'observation de chaque concours, et pour cela on avait placé à une petite distance du pendule une règle MN (fig. 317), qui était divisée en minutes de degré...

« La règle qui servait à mesurer la longueur du pendule était de platine et recouverte d'une autre règle de cuivre (fig. 320). Sa partie supérieure était terminée

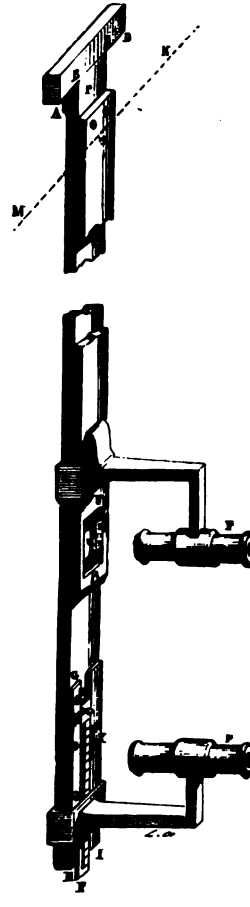


Fig. 320. — Règle de Borda pour mesurer la longueur du pendule.

par un T d'acier trempé qui s'engageait dans l'ouverture ST de la figure 319, et servait à faire porter cette règle

par le plan MN. La partie du T qui était appliquée contre la tête de la règle, et les surfaces inférieures des deux branches AB et CD, avaient été dressées avec soin sur un marbre, et ne formaient avec la tête de la règle qu'un seul et même plan, de manière que la règle étant en place, sa surface supérieure se trouvait exactement à l'affleurement du plan MN.

« A l'extrémité inférieure de la règle était une languette EF de platine, qui glissait à léger frottement entre les deux coulisses GH et LI également de platine. La languette portait des divisions dont les dixièmes étaient appréciés par le vernier X.

« L'objet de la règle de cuivre qui couvrait celle de platine, était de former avec celle-ci un thermomètre métallique qui, par la différence de dilatation des deux métaux, servait à faire connaître à chaque instant la quantité absolue dont la règle de platine était dilatée. L'extrémité supérieure de la règle de cuivre était fixée par trois vis un peu au-dessous du T d'acier, et son extrémité inférieure, qui était libre, avait une ouverture rectangulaire PR dans laquelle entrait une pièce ST fixée sur le platine; cette pièce ST portait les divisions du thermomètre métallique dont les subdivisions étaient mesurées par le vernier U; celui-ci devait s'avancer sur les divisions de ST de toute la quantité dont le cuivre se dilatait plus que le platine.

« Les deux verniers U et X étaient observés à l'aide des microscopes F que montre la figure.

« La pièce IHL (fig. 317 et 318) qui était fixée sur une pierre en saillie maçonnée dans le mur et placée un

peu au-dessous de la boule du pendule, était composée d'un petit plan de cuivre JH, bien dressé et placé horizontalement, qu'on pouvait élever et abaisser à volonté au moyen d'une vis dont les pas étaient très-fins. Lorsque, après avoir achevé une observation, on voulait mesurer la longueur du pendule, on commençait par le mettre au repos; on élevait le petit plan de cuivre jusqu'à ce qu'il vînt à toucher la partie inférieure de la boule; ce qui s'observait avec une grande précision, à cause de la lenteur du rappel; ensuite, écartant le pendule de la verticale, et déplaçant le couteau de suspension, il ne restait plus qu'à se servir de la règle pour mesurer la distance depuis le petit plan III jusqu'au plan supérieur qui portait le couteau.

« Pour cela on transportait cette règle de la position OP (fig. 319) qu'elle avait pendant le temps du mouvement du pendule, jusqu'au milieu de l'ouverture ST où était auparavant le couteau de suspension, et alors la règle ayant pris la place du pendule, sa languette tombait sur le petit plan III, et marquait par sa division la longueur de ce pendule depuis le point de suspension jusqu'au-dessous de la boule. »

Maintenant que le lecteur a sous les yeux la description de l'appareil de Borda et des perfectionnements qu'on lui a donnés, il nous reste à exposer les résultats obtenus dans les deux hémisphères sous les latitudes les plus diverses, près de l'équateur et jusque vers les deux pôles. Les voyages maritimes des capitaines Sabine, Freycinet et Duperrey sont venus compléter heureusement les expériences entreprises en Europe par les astro-

nomes. En rassemblant les diverses observations qui offrent le plus de garanties d'exactitude, on forme le tableau suivant :

| Noms des lieux d'observation. | Latitudes boréales. | Longueurs observées du pendule battant la seconde, réduites au vide et au niveau de la mer. | Noms des observateurs. |
|---|---|---|---|
| | | mill. | |
| Spitzberg..... | 79° 49′ 58″ | 996.036 | Sabine. |
| Groenland..... | 74 32 19 | 995.746 | Sabine. |
| Hammerfest..... | 70 40 5 | 995.531 | Sabine. |
| Drontheim..... | 63 25 54 | 995.013 | Sabine. |
| Unst..... | 60 45 25 | 994.946 | Biot. |
| Portsoy..... | 57 40 59 | 994.691 | Kater. |
| Fort de Leith..... | 55 58 37 | 994.531 | Biot. |
| Clifton..... | 53 27 43 | 994.302 | Kater. |
| Arbury-Hill..... | 52 16 55 | 994.227 | Kater. |
| Londres..... | 51 31 8 | 994.123 | Kater. |
| Dunkerque..... | 51 2 10 | 994.080 | Biot, Mathieu. |
| Shanklin-Farm.... | 50 37 24 | 994.047 | Kater. |
| Paris..... | 48 50 14 | 993.900 | Biot, Borda, Cassini, Bouvard, Mathieu. |
| Clermont-Ferrand. | 45 46 48 | 993.582 | Biot, Mathieu. |
| Milan..... | 45 28 1 | 993.548 | Biot, Ed. Biot. |
| Padoue..... | 45 24 3 | 993.607 | Biot, Ed. Biot. |
| Fiume..... | 45 19 0 | 993.584 | Biot, Ed. Biot. |
| Bordeaux..... | 44 50 26 | 993.453 | Biot, Mathieu. |
| Figeac..... | 44 36 45 | 993.458 | Biot, Mathieu. |
| Toulon..... | 43 7 20 | 993.365 | Duperrey. |
| Barcelone..... | 41 23 15 | 993.232 | Biot, Ed. Biot. |
| New-York..... | 40 42 43 | 993.159 | Sabine. |
| Formentera..... | 38 39 36 | 993.070 | Arago, Biot, Chaix. |
| Lipari..... | 38 28 37 | 993.079 | Biot, Ed. Biot. |
| Ile Mowi..... | 20 50 7 | 991.775 | Freycinet. |
| Jamaïque..... | 17 56 7 | 991.472 | Sabine. |
| Ile Guam..... | 13 27 51 | 991.455 | Freycinet. |
| Trinité..... | 10 38 56 | 991.064 | Sabine. |
| Sierra-Leone..... | 8 29 28 | 991.107 | Sabine. |
| Saint-Thomas..... | 0 24 41 | 991.111 | Sabine. |

| Noms des lieux d'observation. | Latitudes australes. | Longueurs observées du pendule battant la seconde, réduites au vide et au niveau de la mer. | Noms des observateurs. |
|---|---|---|---|
| | | mill. | |
| Rawak..... | 0° 1′ 34″ | 990.947 | Freycinet. |
| Maranham..... | 2 31 43 | 990.897 | Sabine. |
| L'Ascension..... | 7 55 48 | 991.196 | Sabine. |
| Bahia..... | 12 59 21 | 991.220 | Sabine. |
| Ile de France..... | 20 9 40 | 991.771 | Freycinet. |
| Rio-Janeiro..... | 22 55 13 | 991.696 | Freycinet. |
| Paramata..... | 33 48 42 | 992.535 | Brisbane. |
| Port Jackson..... | 33 51 34 | 992.615 | Freycinet. |
| Port Jackson..... | 33 51 40 | 992.578 | Duperrey. |
| Le Cap..... | 33 55 15 | 992.578 | Freycinet. |
| Malouines..... | 51 31 44 | 994.115 | Duperrey. |
| Malouines..... | 51 35 18 | 994.055 | Freycinet. |

Dans ce tableau, les observations ont été réduites au niveau de la mer, en admettant que la correction à effectuer est proportionnelle au carré de la distance au centre de la Terre. Cette correction pour tous les lieux précédents est presque insensible, à cause de la petitesse de leurs hauteurs par rapport à la grandeur du rayon de la Terre, comme on peut le voir d'après les exemples que voici :

| Lieux des observations. | Hauteurs des stations au-dessus du niveau moyen de la mer. | Longueur du pendule observée à la station. | Longueur du pendule réduite au niveau de la mer. |
|---|---|---|---|
| | m. | mill. | mill. |
| Dunkerque..... | 4.05 | 994.079137 | 994.080382 |
| Salle de la méridienne de l'Observ. de Paris. | 70.25 | 993.844842 | 993.866780 |
| Milan..... | 150.08 | 993.500800 | 993.547642 |
| Formentera..... | 202.20 | 993.006385 | 993.069660 |
| Clermont-Ferrand.... | 406.00 | 993.455560 | 953.582277 |

La correction ne porte que sur les centièmes de millimètre pour les localités moins élevées que 200 mètres; et

pour les lieux dont l'altitude est de 400 mètres, elle ne dépasse guère un dixième de millimètre.

La comparaison des observations démontre que la Terre n'affecte pas exactement la forme elliptique, même en ne considérant que la surface moyenne qui serait produite par la substitution de la mer aux continents solides. Nous reviendrons sur ce sujet dans les chapitres suivants. Au fond, et pour la question qui nous occupe, la différence est peu considérable, et on peut admettre, comme une loi qui ne donne pas des résultats très-éloignés de ceux qui sont fournis par les expériences, que la longueur du pendule varie entre des lieux peu éloignés proportionnellement au carré de la latitude, ainsi que cela résulte de l'hypothèse d'un ellipsoïde parfait pour représenter le globe terrestre. On trouve alors, en combinant entre elles toutes les observations et en réduisant à un parallèle commun celles qui se rapprochent par la latitude, les nombres suivants :

| | Longueurs calculées du pendule, réduites au vide et au niveau de la mer. |
|---|---|
| | mill. |
| Au pôle..... | 996.189 |
| Paris (48° 50′ 14″)..... | 993.900 |
| A la latitude de 45°..... | 993.520 |
| A l'équateur..... | 991.027 |

L'intensité elle-même de la pesanteur est liée en un lieu donné avec la longueur du pendule qui bat la seconde par une formule très-simple. De l'ensemble de toutes les recherches entreprises pour déterminer la longueur du pendule à Paris, on déduit que $9^{m}.8088$ y est la mesure de l'intensité de la pesanteur, c'est-à-dire qu'un corps

qui, à Paris, tombe dans le vide pendant une seconde, acquiert une telle vitesse que, si la pesanteur cessait d'agir sur lui, il parcourrait $9^m.8088$ dans toutes les secondes suivantes de la durée de sa chute. Ce résultat signifie aussi qu'un corps qui se meut dans le vide à Paris, en partant du repos, parcourt $4^m.9044$ pendant la première seconde de sa chute. D'après cela et parce que l'intensité de la pesanteur est proportionnelle à la longueur du pendule qui bat la seconde, on a le tableau suivant pour représenter la variation de la pesanteur à la surface de la Terre :

| | Vitesses des corps tombant en divers lieux, la vitesse à Paris étant $9^m.8088$. | Pesanteurs en divers lieux, la pesanteur à Paris étant 1. |
|---|---|---|
| | m. | |
| Au pôle..... | 9.8314 | 1.0023 |
| A Paris..... | 9.8088 | 1.0000 |
| A la latitude de 45°.. | 9.8049 | 0.9996 |
| A l'équateur..... | 9.7803 | 0.9971 |

En se servant des nombres donnés pour les longueurs du pendule simple, dans le tableau de la page 67, on calculera maintenant sans difficulté l'intensité de la pesanteur en chaque lieu, par de simples proportions.

## CHAPITRE XIII

### ATTRACTION DES MONTAGNES

La généralité des lois de l'attraction universelle doit évidemment conduire à penser qu'un objet quelconque placé en relief à la surface de la Terre, qu'un mur, qu'un édifice, qu'une montagne doivent empêcher un

corps qui tombe ou le plomb suspendu à l'extrémité d'un fil de se diriger exactement vers le centre de la Terre. Toutefois, à cause de l'immensité de la grandeur de la Terre comparée même avec les plus grosses montagnes, on doit concevoir que la déviation du fil à plomb ne peut être que très-petite. Il faut avoir recours, pour la mettre en évidence, à des observations délicates. Si l'on suppose qu'on détermine par les méthodes astronomiques que nous avons fait connaître (liv. XIX, chap. XIX, t. III, p. 254), les latitudes des deux stations situées sur un même méridien, l'une d'un côté, l'autre de l'autre côté d'une montagne, la différence de ces deux latitudes donnera l'angle des verticales réelles des deux lieux. Si maintenant, par des opérations géodésiques, on mesure la distance qui existe entre les deux stations, on calculera, dans l'hypothèse de l'aplatissement connu de la Terre, quelle doit être aussi la différence de leurs latitudes. Cette différence sera l'angle des deux verticales hypothétiques non déviées par la montagne. La comparaison des deux nombres obtenus par les deux méthodes, tout compte tenu des erreurs d'observation, donnera le double de la déviation cherchée.

La première tentative qu'on ait faite pour évaluer la déviation qu'une montagne peut occasionner dans la direction du fil à plomb, date de 1738, c'est-à-dire de l'époque où une commission de membres de l'Académie de Paris mesuraient le degré du Pérou. Le voisinage du Chimborazo semblait singulièrement propre à ce genre de recherches; Bouguer avait trouvé par un calcul approximatif, et en supposant la montagne entièrement

solide, que l'effet surpasserait 1′ 30″; mais malheureusement les observations donnèrent un nombre beaucoup plus petit, car par une moyenne la double déviation ne s'éleva qu'à 15″. Du reste, si, vu la petitesse du quart de cercle dont on se servait et les discordances des mesures partielles, on peut à peine conclure de ce travail que la montagne avait exercé une action sensible sur le fil à plomb, à plus forte raison n'est-il pas permis de compter sur l'évaluation numérique de l'effet.

En 1773, Maskelyne a répété les mêmes expériences au pied des monts Shéhalhiens, en Écosse, et de la déviation qu'il constata, il chercha à déduire le rapport de la masse de la Terre à celle de la montagne et par suite la densité de la Terre elle-même prise dans son ensemble; il trouva un nombre plus faible d'environ une unité que celui qui fut plus tard déterminé par Cavendish à l'aide des expériences que nous avons fait connaître (ch. VIII, p. 34). Nous avons déjà vu que la différence entre la longueur calculée et la longueur observée de l'arc d'un degré du méridien correspondant à l'opération géodésique exécutée en Italie par MM. Plana et Carlini, entre Andrate et Mondovi, ne peut s'expliquer que par l'attraction exercée sur le fil à plomb par la chaîne des Alpes (liv. XX, chap. XXIII, p. 337).

Je ne puis pas cependant m'empêcher de faire remarquer que les astronomes font peut-être jouer un trop grand rôle aux attractions locales, et qu'ils ont voulu expliquer par là des discordances que très-souvent il eût été peut-être plus naturel d'attribuer à de simples erreurs d'observation.

## CHAPITRE XIV

### DU SYSTÈME MÉTRIQUE

Les opérations géodésiques entreprises pour trouver la longueur des degrés des divers méridiens et les observations du pendule, faites en différents climats, avaient donné l'idée d'une mesure universelle et invariable, dont l'origine serait prise dans la nature. Picard, qui avait lié entre eux les deux systèmes d'observations, afin qu'on pût en tout temps retrouver la longueur de la toise, proposait la longueur du pendule pour cette mesure universelle, et lui donnait le nom de rayon astronomique. Monton, en 1670, pensait qu'on devait prendre pour unité universelle la minute du degré qu'il appelait *mille*, et dont les divisions et sous-divisions étaient toutes décimales. Cassini, dans son ouvrage *sur la Grandeur et la Figure de la Terre*, exprimait à peu près cette même idée en proposant un pied géométrique qui serait la six-millième partie de la minute d'un méridien, ou bien une brasse de deux de ces pieds et qui serait la dix-millionième partie du rayon de notre globe, ou enfin une toise de six de ces mêmes pieds, en sorte que le degré eût été de 60,000 toises.

Quelques auteurs ont prétendu que les anciens avaient eu, comme les modernes, l'idée d'une mesure universelle et prise dans la nature; mais on n'a donné aucune preuve décisive qu'un tel système de mesures eût été exécuté, ou même réellement conçu. Le véritable chaos

dans lequel avait mis toutes les relations sociales, à la fin du XVIII^e siècle, l'incroyable et incohérente diversité des mesures qui changeaient pour ainsi dire de village à village, détermina une réforme qui, chaque jour, tend de plus en plus à devenir universelle. Après que plusieurs projets eurent été successivement proposés et repoussés, l'Assemblée constituante adopta enfin, en 1790, sur la proposition de Talleyrand, un décret par lequel l'Académie des sciences fut chargée de chercher un modèle invariable pour toutes les mesures et pour les poids. En conséquence de ce décret, une commission composée de Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet posa, dans un rapport du 19 mars 1791, les bases du système métrique décimal ainsi qu'il suit : prendre pour unité de longueur usuelle la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre, et rapporter la pesanteur de tous les corps à celle de l'eau distillée, en adoptant le système décimal pour relier toute mesure principale de chaque espèce aux mesures plus grandes et plus petites.

Les opérations jugées nécessaires par l'Académie pour que le nouveau système pût entrer dans la pratique, furent sanctionnées immédiatement par l'Assemblée nationale, qui voulut qu'on se mît à l'œuvre sans aucun retard ; elles consistaient 1° à déterminer la différence de latitude entre Dunkerque et Barcelone, et en général à faire sur cette ligne toutes les observations astronomiques qui seraient jugées utiles ; 2° à vérifier les anciennes bases qui avaient servi à la mesure du degré faite à Paris et aux travaux de la carte de France ; 3° à vérifier par de nouvelles observations et à prolonger en Espagne la suite

des triangles employés pour mesurer la méridienne; 4° à déterminer en différents lieux la longueur du pendule simple battant la seconde dans le vide et au niveau de la mer, de manière à ce qu'on puisse retrouver facilement l'unité nouvelle de mesure par la simple observation du pendule; 5° à vérifier par des expériences nouvelles la pesanteur dans le vide d'un volume d'eau distillée, prise à une température déterminée; 6° à réduire aux mesures nouvelles les différentes mesures de longueur, de surface ou de capacité usitées dans le commerce, et les différents poids qui y étaient en usage.

Les travaux, dont le programme était ainsi tracé d'une manière aussi complète que précise, furent commencés sans délai et continués à travers tous les malheurs d'une époque agitée par les révolutions, par les guerres, par la famine. Une loi rendue le 18 germinal an III (7 avril 1795), sur le rapport de Prieur, ranima d'ailleurs l'entreprise en apportant quelques modifications au plan primitif et en arrêtant la nomenclature des mesures et des poids. Les mesures légales de longueur sont depuis lors:

| | | |
|---|---|---|
| Le myriamètre | ou | 10,000 mètres. |
| Le kilomètre | | 1,000 |
| L'hectomètre | | 100 |
| Le décamètre | | 10 |
| Le mètre | | 1 |
| Le décimètre | | 0.1 |
| Le centimètre | | 0.01 |
| Le millimètre | | 0.001 |

Les mesures de volume pour les liquides et les grains sont:

| | | |
|---|---|---|
| Le kilolitre | ou | mètre cube |
| L'hectolitre | | |

Le décalitre
Le litre ou décimètre cube
Le décilitre
Le centilitre.

Les mesures de poids :

Le kilogramme ou poids du décimètre cube d'eau distillée,
L'hectogramme
Le décagramme
Le gramme
Le décigramme
Le centigramme
Le milligramme.

Les mesures de surface :

L'hectare ou 10,000 mètres carrés.
L'are 100
Le centiare 1

Les mesures de volume pour les bois :

Le stère ou mètre cube
Le décistère.

Les unités monétaires :

Le franc ou 5 grammes d'un alliage de 9 d'argent et de 1 de cuivre.
Le décime
Le centime.

Ces noms, empruntés au grec et au latin, ont l'incontestable avantage de pouvoir être introduits dans toutes les langues. Quant au reproche de barbarie qu'on a fait à plusieurs d'entre eux, il n'est pas, comme le remarque Delambre, d'une grande importance ; il porte principalement sur *hecto*, qu'on a employé par abréviation au lieu de *hécaton*, et sur *kilo*, dans lequel on a mis un *k*

à la place de *ch* dans le mot χῖλοι employé par Homère. (*Iliade*, liv. v, vers 860, et liv. xiv, vers 148). Un tel reproche ne saurait guère ôter de mérite à l'une des plus belles entreprises des sciences. Non-seulement on a mesuré exactement un grand arc du méridien terrestre, mais on a trouvé le rapport entre la mesure adoptée et la longueur du pendule battant la seconde, dans le vide et au niveau moyen de la mer, dans différentes latitudes, de telle sorte que, quand même des tremblements de terre, des cataclysmes épouvantables viendraient à bouleverser notre planète et à détruire les étalons prototypes qui ont été déposés aux archives, une expérience faite avec le pendule reproduirait la valeur du mètre et rétablirait le système métrique décimal dans son invariabilité. Sans doute le problème que s'était proposé la première commission de l'Académie des sciences de prendre pour le mètre exactement la dix-millionième partie du quart du méridien, n'a pas pu être résolu dans sa complète rigueur. On était pressé d'avoir la nouvelle mesure de longueur; il était urgent de ne pas tarder à remplacer les anciennes mesures par les nouvelles, afin de ne pas compromettre le succès d'une telle révolution dans les relations commerciales et domestiques. En conséquence on adopta comme ellipse méridienne de la Terre une ellipse qui correspondait à un aplatissement de $\frac{1}{334}$ et dont le quart avait une longueur de 5,130,740 toises. La dix-millionième partie de cette longueur donna pour la valeur du mètre 0t.513074 ou 3 pieds 11 lignes 296 millièmes de ligne, la toise, comme on sait, se divisant en 6 pieds, le pied en 12

pouces et le pouce en 12 lignes. La discussion de semble des mesures géodésiques a démontré que l tissement de la Terre est de $\frac{1}{299.15}$ (liv. xx, chap. t. III, p. 340). Cette modification a pour conséq de donner pour la valeur du quart de l'ellipse dienne 10,000,856 mètres au lieu de 10,000 Une fois ce fait connu, la valeur du mètre n'en moins été bien déterminée et convenue ; elle est da rapport bien connu avec les dimensions de notre g et en outre, comme nous venons déjà de le dir pourra la retrouver en tout temps par des expéri rapides et faciles, quoique délicates, ainsi que l'avons vu dans le chapitre XII de ce livre.

L'Institut de France et le gouvernement de notre ont donné à cette occasion un grand et bel exempl monde, exemple unique dans l'histoire des sciences ont voulu qu'un congrès de savants de toutes les na qui voudraient bien envoyer des députés, s'assen pour prendre connaissance de toutes les observati de toutes les expériences déjà faites, pour les vérifi les recommencer au besoin, pour s'assurer de l'ex tude de toutes les déterminations et de tous les cal Il nous sera permis de rapporter ici les noms de ceux qui ont pris part à cet immense travail à des de divers ; nous allons citer des hommes illustres dans sciences les plus variées, appartenant à des pays l lesquels ce sera toujours une gloire d'avoir compri grandeur du problème posé et d'avoir concouru géné sement et avec dévouement à sa solution. Les sav français qui ont fait des expériences ou des recher

diverses pour la détermination du mètre, pour celle du kilogramme, pour la mesure de la méridienne et pour celle de la longueur du pendule battant la seconde sur le parcours de cette méridienne sont : Laplace, Lavoisier, Borda, Delambre, Méchain, Bellet, Berthollet, Brisson, Condorcet, Coulomb, Darcet, Haüy, d'Herbelot, Lagrange, Lefèvre-Gineau, Le Français de Lalande, Legendre, général Meunier, Monge, Plessis, Pommard, Prony, Tranchot, Vandermonde, Biot, Arago ; il faut y joindre les artistes Lenoir et Fortin, qui ont construit des appareils d'une perfection à jamais célèbre. Les savants étrangers qui ont pris part, soit aux opérations, soit à leur vérification, sont : Æneæ et Van Swinden, députés de la république batave ; Balbo et Vassalli Eandi, du Piémont ; Bugge, Danois ; Alvarès, Bueno, Ciscar, Gonzalès, Pedrayès, Planez, Chaix, Rodriguez, Espagnols ; Fabbroni, député de Toscane ; Franchini, député de la république romaine ; Mascheroni, député de la république cisalpine ; Multedo, député de la république ligurienne ; Trallès, député de la république helvétique. Plus tard, mon illustre ami, Alexandre de Humboldt, le capitaine anglais Kater, puis nos compatriotes Bouvard et Mathieu avec M. Biot et moi, ajoutèrent à toutes les observations déjà faites des observations complémentaires pour prolonger jusqu'en Angleterre et en Écosse, les opérations entreprises sur le continent. C'est ainsi que le système des mesures métriques et décimales qui, on doit l'espérer, finiront par être adoptées par tous les peuples, s'est rattaché aux plus hautes questions astronomiques ; son établissement a servi à confirmer les lois de l'attraction

universelle, en donnant une idée complétement exacte de la forme et des dimensions de notre globe.

## CHAPITRE XV

### CAUSE DE L'APLATISSEMENT DE LA TERRE

L'aplatissement de la Terre étant démontré et mesuré (liv. XX, chap. XXIII, t. III, p. 334), il faut encore en signaler la cause; il faut faire davantage, il faut tâcher d'en déterminer théoriquement la valeur. Une théorie n'a une sanction complète qu'autant qu'elle rend compte, dans leurs plus minutieux détails, des phénomènes observés. Dès que notre compatriote Richer eut découvert qu'un même corps, quelle qu'en soit la nature, pèse d'autant moins qu'on le transporte plus près de l'équateur terrestre, tout le monde en conclut que cela provenait de ce que la Terre, si elle était originairement liquide, devait son renflement à la force centrifuge tendant à éloigner les molécules fluides de l'axe autour duquel s'effectue la rotation diurne, cette force combinant ses effets avec l'attraction exercée sur chacune des molécules par la masse entière. Huygens et Newton ne s'arrêtèrent pas à ces vues générales, qui n'étaient encore que des hypothèses; ils calculèrent la différence du grand et du petit axe, l'excès du diamètre équatorial sur la ligne des pôles. Mais le calcul de Huygens se fondait sur des propriétés de la force attractive, hypothétiques et entièrement inadmissibles; celui de Newton sur un théorème non démontré et sur l'hypothèse que la Terre

primitive et fluide, avait une homogénéité parfaite. Lorsque, en cherchant à résoudre de grands problèmes, on admet de telles simplifications; lorsque, pour éluder des difficultés de calcul, on s'éloigne si essentiellement des conditions naturelles et physiques, les résultats se rapportent à un monde idéal, ils ne sont vraiment que des jeux d'esprit.

Pour appliquer l'analyse mathématique d'une manière utile à la détermination de la figure de la Terre, il fallait bannir toute hypothèse d'homogénéité, toute similitude obligée entre les formes des couches superposées et inégalement denses; il fallait examiner aussi le cas d'un noyau central solide. Cette généralité décuplait les difficultés du problème, mais elle n'arrêta pas deux géomètres français d'un rare génie. Grâce aux efforts de Clairaut et de d'Alembert, grâce à quelques développements essentiels dus à leurs successeurs immédiats, et particulièrement à l'illustre Legendre, la détermination théorique de la figure de la Terre a acquis toute la perfection désirable. Il règne maintenant le plus bel accord entre les résultats du calcul et ceux des mesures directes qui ont servi ainsi à donner une démonstration *a posteriori* des lois de l'attraction. La Terre a donc été originairement fluide, et c'est là la cause de son aplatissement.

## CHAPITRE XVI

### CAUSE DES PERTURBATIONS PRINCIPALES DU MOUVEMENT DE LA LUNE

La Lune, gravitant autour de la Terre, obéit aux
Kepler, ou, ce qui est la même chose, aux lois de l
ıction mutuelle de deux corps; s'il n'y avait pas d'au
·ce pour agir sur notre satellite, les principes de mé
que développés par Newton dans les *Principes de*
*ilosophie naturelle*, rendraient compte de tous
ɔuvements.

Mettons maintenant en action une seconde for
ıons compte de l'attraction que le Soleil exerce su
ıne; au lieu de deux corps enfin, prenons-en tro
llipse keplérienne ne donnera plus qu'une idée gr
re du mouvement de notre satellite. Ici l'attraction
leil tendra à augmenter les dimensions de l'orb
ıaire, et les augmentera réellement; là, au contrai
e les diminuera. En certains points, la force sola
ira dans le sens même où l'astre se déplace, et le m
ment deviendra plus rapide; ailleurs, l'effet s
'erse. En un mot, par l'introduction d'un troisiè
·ps attractif, la plus grande complication, tou
apparences du désordre succéderont à une mar
ıple, régulière, sur laquelle l'esprit se reposait a
nplaisance.

Si Newton donna une solution complète de la quest
s mouvements célestes dans le cas de deux astres
ttirent l'un l'autre, il n'aborda même pas analytiqu

ment le problème, infiniment plus difficile, des trois corps. Le problème des trois corps, c'est le nom sous lequel il est devenu célèbre, le problème de déterminer la marche d'un astre soumis à l'action attractive de deux autres astres, a été résolu pour la première fois par notre compatriote Clairaut. De cette solution datent les progrès qui ont été faits vers le perfectionnement de plus en plus complet des tables de la Lune, perfectionnement que Laplace, avec une sagacité sans pareille, avec une persévérance sans limite, rendit extrême. Les tables de la Lune fournissent pour une époque quelconque les positions de notre satellite et permettent de résoudre avec tant d'exactitude tous les problèmes de l'astronomie nautique, que l'on doit regarder Laplace comme un des bienfaiteurs de l'humanité, pour avoir donné le moyen de rendre certaines et rapides, par les éphémérides lunaires, les communications maritimes.

Nous avons indiqué précédemment les trois principales inégalités du mouvement de la Lune : l'évection, la variation, l'équation annuelle (liv. XXI, ch. III, t. III, p. 383). Le problème des trois corps les explique complétement. En effet, si le Soleil était à une distance infinie de la Terre et de la Lune, il opérerait sur ces deux corps également, et leur mouvement relatif n'en serait pas troublé. Mais la distance du Soleil, quoique très-grande par rapport à celle de la Terre à la Lune, n'est pas infinie : la Lune est alternativement plus près et plus loin du Soleil que la Terre, et la droite qui joint son centre à celui du Soleil forme des angles plus ou moins aigus avec le rayon vecteur terrestre. Le Soleil agit donc inégale-

ent et suivant des directions différentes, suivant
ɔsitions respectives des trois corps. De là la *varia*
ı inégalité dans l'angle des rayons vecteurs de la T
la Lune et de la Terre au Soleil, et l'*évection* ou iné
é dans la distance de notre globe à son satellite.
ternatives d'augmentation ou de diminution de la
nce moyenne de la Lune à la Terre amènent des ch
ɜments analogues dans la durée de sa révolution si
le, qui constituent l'*équation annuelle*. Les lois
ıttraction universelle rendent un compte très-exact
ɜs trois perturbations, que l'observation avait fait c
ıître avant qu'aucune considération théorique eût pu
ire soupçonner l'existence.

## CHAPITRE XVII

### PERTURBATIONS DU MOUVEMENT DE LA LUNE PRODUITES PAR L'APLATISSEMENT DE LA TERRE

La Terre maîtrise la Lune dans sa course. La Te
ɜt aplatie. Un corps aplati n'attire pas comme
ɔhère. Il doit donc y avoir dans le mouvement, la
ons presque dit dans l'allure de la Lune, une m
empreinte de l'aplatissement terrestre. Telle fut,
n premier jet, la pensée de Laplace.

Il restait encore à décider, là gisait surtout
ılté, si les traits caractéristiques que l'aplatissen
Terre devait donner au mouvement de notre s
aient assez sensibles, assez apparents, pour
ɔnfondre avec les erreurs d'observation; il fa

trouver la formule générale de ce genre de perturbations, afin de pouvoir, comme dans le cas de la parallaxe solaire, dégager l'inconnue.

L'ardeur et la puissance analytique de Laplace surmontèrent tous les obstacles. A la suite d'un travail qui avait exigé des attentions infinies, le grand géomètre découvrit dans le mouvement lunaire, deux perturbations nettes et caractéristiques, dépendantes l'une et l'autre de l'aplatissement terrestre. La première affectait la portion du mouvement de notre satellite qui se mesure surtout avec l'instrument connu dans les observatoires sous le nom de lunette méridienne; c'est l'inégalité du mouvement de la Lune en *latitude*. La deuxième s'effectuant à peu près dans la direction nord et sud, ne devait guère se manifester que par les observations d'un second instrument, le cercle mural : c'est l'inégalité du mouvement lunaire en *longitude*.

Ces deux inégalités de valeurs très-différentes, mesurées avec deux instruments entièrement distincts, liées à la cause qui les produit par les combinaisons analytiques les plus diverses, ont cependant conduit l'une et l'autre au même aplatissement. L'aplatissement déduit ainsi des mouvements de la Lune, n'est pas, bien entendu, l'aplatissement particulier correspondant à telle ou telle contrée, l'aplatissement observé en France, en Angleterre, en Italie, en Laponie, dans l'Amérique du Nord, dans l'Inde, dans la région du cap de Bonne-Espérance; chacun de ces aplatissements particuliers porte l'empreinte des altérations que la courbure générale de la Terre a subies en divers temps et en divers lieux par

les soulèvements considérables dont la géologie est parvenue à tracer l'histoire. La Lune, et c'est là ce qui rend le résultat inappréciable, devait donner et elle a donné effectivement l'aplatissement général du globe, une sorte de moyenne entre les déterminations variées obtenues par les opérations géodésiques.

Quels sont les éléments qu'il a fallu mettre en parallèle pour arriver à des résultats exprimés jusqu'à la précision des plus petites décimales?

D'une part, des formules mathématiques déduites du principe de l'attraction universelle; de l'autre, certaines irrégularités observées dans les retours de la Lune au méridien.

Un géomètre observateur qui, depuis sa naissance, ne serait jamais sorti de son cabinet de travail, qui n'aurait jamais aperçu le ciel qu'à travers l'ouverture étroite et dirigée du nord au sud, dans le plan vertical de laquelle se meuvent les principaux instruments astronomiques; à qui jamais rien n'aurait été révélé concernant les astres roulant au-dessus de sa tête, si ce n'est qu'ils s'attirent les uns les autres suivant la loi newtonienne, serait cependant arrivé, à force de science analytique, à découvrir que son humble, son étroite demeure appartenait à un globe aplati, ellipsoïdal, dont l'axe équatorial surpassait l'axe des pôles ou de rotation de un trois-centième environ.

## CHAPITRE XVIII

### PARALLAXE SOLAIRE DÉDUITE DES PERTURBATIONS DU MOUVEMENT DE LA LUNE

Nous avons vu précédemment (chap. II, p. 9) comment les lois de l'attraction universelle, combinées avec la mesure de la vitesse de la chute des corps à la surface de la Terre, vitesse que l'on obtient par l'observation des oscillations du pendule, donne une vérification exacte de la théorie. Les observations de la parallaxe de la Lune et du pendule (liv. XXI, chap. IX, t. III, p. 401) pourraient donc conduire réciproquement à calculer la grandeur de notre planète et sa distance à la Lune, sans que l'astronome eût besoin de sortir de son observatoire. Laplace a montré que le même astronome pouvait aussi obtenir, sans entreprendre de longs et pénibles voyages, la distance de la Terre au Soleil.

En effet, le Soleil est pour notre satellite la cause de perturbations qui, évidemment, dépendent de la distance de l'immense globe enflammé à la Terre. Qui ne voit que ces perturbations diminueraient si la distance augmentait; qu'elles augmenteraient, au contraire, si la distance diminuait; que la distance enfin en règle la grandeur?

L'observation donne la valeur numérique de ces perturbations; la théorie, d'autre part, dévoile la relation générale mathématique qui les lie à la distance solaire et à d'autres éléments connus. Quand on est parvenu à ce terme, la détermination du rayon moyen de l'orbite terrestre devient une des opérations les plus simples de l'al-

c. Telle est la combinaison heureuse à l'aide de
elle Laplace a résolu le célèbre problème de la paral-
; c'est ainsi que l'ingénieux géomètre a trouvé 8″.61
l'angle que le rayon de la Terre, vu perpendiculai-
ent, sous-tendrait du Soleil. Le lecteur reconnaîtra
XX, chap. XXX, t. III, p. 367) que ce nombre ne
re pas sensiblement des résultats obtenus par les
rvations des passages de Vénus sur le disque solaire.
el accord est une des preuves les plus frappantes de
raction universelle.

## CHAPITRE XIX

### DE L'INÉGALITÉ SÉCULAIRE DU MOUVEMENT DE LA LUNE

a Terre est une planète dont les mouvements autour
Soleil dépendent de l'attraction qu'exerce le globe qui
éclaire, mais sont aussi influencés par l'attraction
autres planètes. De là il résulte des perturbations
p. IV, p. 19) qui laissent invariable le grand axe de
orbite, mais qui amènent des changements dans
centricité, dans la position de l'écliptique, dans les
vements des nœuds et des périhélies. Les perturba-
s du mouvement de la Terre se reflètent sur l'orbite
ire. L'action perturbatrice du Soleil sur la Lune con-
un terme qui dépend de l'excentricité de l'orbite
estre ; il en résulte que le mouvement de notre satel-
s'accélère chaque année, quand l'excentricité de
bite de la Terre diminue, ce qui a lieu depuis les
rvations anciennes jusqu'à nos jours : cette accélé-
n se changera en retardement, lorsque l'excentricité

parvenue à son minimum cessera de diminuer pour commencer à croître. Cette inégalité dans le moyen mouvement de notre satellite porte le nom d'inégalité séculaire; quoique très-petite, elle rend beaucoup plus sensible la diminution de l'excentricité de l'orbite terrestre que celle-ci ne l'est par elle-même. Halley a remarqué le premier cette inégalité; Dunthorne et Mayer ont confirmé son existence par une discussion approfondie des observations modernes et des éclipses observées par les Chaldéens et par les Arabes. Plusieurs astronomes, qui ne pouvaient l'expliquer, avaient pris le parti commode de la nier. Laplace a montré qu'elle dépendait simplement des lois de l'attraction universelle.

L'action moyenne du Soleil sur la Lune dépend encore de l'inclinaison de l'orbe lunaire à l'écliptique; on pourrait croire que la position de l'écliptique étant variable, il doit en résulter dans le mouvement de notre satellite des inégalités séculaires semblables à celle qu'y produit la variation de l'excentricité de l'orbite terrestre. Mais Laplace a reconnu par l'analyse, et cela est confirmé par toutes les observations, que l'orbe lunaire est ramené sans cesse par l'action du Soleil, à la même inclinaison sur celui de la Terre; en sorte que les plus grandes et les plus petites déclinaisons de la Lune sont assujetties, en vertu des variations séculaires de l'obliquité de l'écliptique, aux mêmes changements que les déclinaisons semblables du Soleil. L'excentricité de l'orbite lunaire et son grand axe n'éprouvent pareillement que des altérations insensibles par les changements de l'excentricité de l'orbite terrestre.

n'en est pas de même des variations du mouvement nœuds et du périgée de la Lune. En soumettant ces ations à une analyse extrêmement délicate et difficile, lace a trouvé que le moyen mouvement du périgée elui des nœuds se ralentissent lorsque celui de la Lune célère ; les équations séculaires de ces trois mouve- ts sont constamment dans le rapport des nombres 5, 3 et 1. On en conclut que les trois mouvements Lune par rapport au Soleil, à son périgée et à ses ds, vont en s'accélérant, et que leurs équations sécu- s sont comme les nombres 1, 4 et 0.265.

Les siècles à venir, dit Laplace, développeront ces des inégalités qui produiront un jour des varia- s au moins égales au quarantième de la circonfé- e, dans le mouvement séculaire de la Lune, et au ième de la circonférence, dans celui du périgée. Ces alités ne sont pas toujours croissantes : elles sont odiques, comme celles de l'excentricité de l'orbe estre dont elles dépendent, et elles ne se rétablissent près des millions d'années. Elles doivent altérer à la ue les périodes imaginées pour embrasser des nom- entiers de révolutions de la Lune, par rapport à ses ds, à son périgée et au Soleil. »

## CHAPITRE XX

### CAUSE DE LA LIBRATION DE LA LUNE

e firmament n'offre aux esprits réfléchis rien de plus eux, de plus étrange que l'égalité des mouvements

moyens angulaires de révolution et de rotation de notre satellite. A cause de cette égalité parfaite, la Lune présente toujours le même côté à la Terre (liv. XXI, ch. X, XI et XXIX, t. III, p. 406, 423 et 486). L'hémisphère que nous voyons aujourd'hui est précisément celui que voyaient nos ancêtres aux époques les plus reculées; c'est exactement l'hémisphère qu'observeront nos arrière-neveux.

Les causes finales dont certains philosophes ont usé avec si peu de réserve pour rendre compte d'un grand nombre de phénomènes naturels, étaient, dans le cas particulier que nous signalons, sans application possible. Comment prétendre, en effet, que les hommes pourraient avoir un intérêt quelconque à apercevoir sans cesse le même hémisphère de la Lune, à ne jamais entrevoir l'hémisphère opposé? D'autre part, une égalité parfaite, mathématique, entre des éléments sans liaison nécessaire, tels que les mouvements de translation et de rotation d'un corps céleste donné, ne choquait pas moins les idées de probabilité. Il y avait d'ailleurs deux autres coïncidences numériques tout aussi extraordinaires : une orientation identique, relativement aux étoiles, de l'équateur et de l'orbite de la Lune; des mouvements de précession de ces deux plans, exactement égaux. Cet ensemble de phénomènes singuliers, découverts par J.-D. Cassini, constituait le code mathématique de ce qu'on a appelé la libration de la Lune.

La libration était encore une vaste et très-fâcheuse lacune de l'astronomie physique, quand Lagrange la fit dépendre d'une circonstance, dans la figure de notre

lite, non observable de la Terre, quand il la rattacha plétement aux principes de l'attraction universelle.

l'époque où la Lune se solidifia, elle prit, sous l'ac- de la Terre, une forme moins régulière, moins simple si aucun corps attractif étranger ne s'était trouvé à imité. L'action de notre globe rendit elliptique un teur qui, sans cela, aurait été circulaire. Cette action npêcha pas l'équateur lunaire d'être partout renflé, la proéminence du diamètre équatorial dirigé vers erre, devint quatre fois plus considérable que celle iamètre que nous voyons perpendiculairement.

a Lune s'offrirait donc à un observateur situé dans ace et qui pourrait l'examiner transversalement me un corps allongé vers la Terre, comme une sorte endule sans point de suspension. Quand un pendule écarté de la verticale, l'action de la pesanteur l'y ène; quand le grand axe de la Lune s'éloigne de sa ction habituelle, la Terre le force également à y nir.

oilà donc l'étrange phénomène complétement expli- , sans recourir à une égalité, en quelque sorte mira- use, entre deux mouvements de rotation et de trans- n entièrement indépendants. Les hommes ne verront ais qu'une face de la Lune. Les observations nous aient appris; maintenant nous savons de plus que cela dû à une cause physique calculable et visible seule- t avec les yeux de l'esprit; que cela est dû à l'allon- ent qu'un diamètre de la Lune éprouva, quand re passa de l'état liquide à l'état solide, sous l'action active de la Terre.

S'il avait existé, à l'origine, une petite différence entre les mouvements de rotation et de révolution de la Lune, l'attraction de la Terre aurait amené ces mouvements à une égalité rigoureuse. Cette attraction eût de même suffi pour faire disparaître un léger défaut de coïncidence entre les lignes résultant des intersections de l'équateur et de l'orbite lunaires avec le plan de l'écliptique.

## CHAPITRE XXI

### DE LA PRÉCESSION DES ÉQUINOXES ET DE LA NUTATION DE L'AXE DE LA TERRE

Nous avons vu que l'aplatissement de la Terre marque son influence dans les mouvements de la Lune; cet aplatissement ne doit-il pas aussi laisser son empreinte dans les mouvements mêmes de notre globe? C'est ce que démontre l'examen attentif de deux phénomènes dont la découverte fait le plus d'honneur aux astronomes, la précession des équinoxes et la nutation de l'axe de la Terre.

Le lecteur sait que l'équinoxe de printemps est le point de l'équateur que le Soleil rencontre quand il va sur l'écliptique du midi au nord, et que l'équinoxe d'automne est le point diamétralement opposé par lequel passe ce même astre quand il va du nord au midi. Le diamètre aux extrémités duquel se trouvent ces deux points sur la sphère étoilée est l'intersection du plan de l'écliptique avec le plan de l'équateur du monde, ce dernier plan étant mené perpendiculairement à l'axe des pôles autour

el s'effectuent la rotation apparente de la sphère te, la rotation réelle diurne de la Terre. La précesdes équinoxes consiste, comme nous l'avons vu VII, chap. IV, t. I, p. 263), en ce que le diamètre nous parlons change tous les ans de 50″.3, par un vement dirigé de l'orient à l'occident; il en résulte chaque année l'époque à laquelle arrive l'équinoxe printemps précède d'une certaine quantité celle à elle il serait arrivé, si le phénomène dont nous nous pons n'avait pas lieu. Le mouvement de précession cute parallèlement au plan de l'écliptique, et par équent il n'altère pas les latitudes des étoiles; il fie les ascensions droites, les déclinaisons et les lonles (liv. VII, chap. IV, t. I, p. 280), parce qu'il n'a lieu parallèlement à l'équateur et que le point de rt des ascensions droites et des longitudes est sément l'équinoxe de printemps qui varie chaque e.

cause de la précession des équinoxes, ce ne sont pas urs les mêmes groupes étoilés, les mêmes constellaqu'on aperçoit au firmament pendant les nuits de ue saison. Dans la suite des siècles, les constellaactuelles d'hiver deviendront des constellations , et réciproquement.

cause de la précession des équinoxes, le pôle n'oc pas constamment la même place dans la sphère ée. L'astre assez brillant qu'on nomme aujourd'hui laire, était jadis fort éloigné du pôle; il s'en retrouvde nouveau éloigné dans quelques siècles. La dénotion de polaire a été et sera donnée successivement

à des étoiles très-distantes les unes des autres, telles que γ et α de Céphée, δ du Cygne, α de la Lyre, ι d'Hercule, α du Dragon, ainsi qu'on peut le voir sur la carte céleste de l'hémisphère boréal (fig. 102, t. I, p. 336). Le mouvement du pôle s'accomplit en 25,765 ans, si on admet 50″.3 pour la valeur de la précession des équinoxes donnée par les plus récentes observations, et 25,870 ans si on prend 50″ pour exprimer la précession en nombre rond.

C'est à Hipparque que revient l'honneur de la découverte de la précession des équinoxes; il signala toutes les conséquences de ce mouvement avec une parfaite netteté.

Pour expliquer le mouvement de précession, deux théories se présentent à l'esprit; l'une consiste à supposer, dans l'hypothèse de l'immobilité de la Terre, que la ligne d'intersection de son équateur avec l'écliptique reste fixe et que l'ensemble des étoiles éprouve de l'orient à l'occident un déplacement d'environ 50″ par an. Dans l'autre supposition, l'axe du monde circulerait autour du pôle de l'écliptique en entraînant l'équateur qui lui est perpendiculaire, et dès lors en changeant tous les ans de 50″ la direction de l'intersection de ce plan avec le plan de l'écliptique.

Quand on a eu le malheur, en cherchant l'explication des phénomènes naturels, de s'engager dans une fausse route, chaque observation précise jette le théoricien dans de nouvelles complications. Sept sphères de cristal emboîtées ne suffirent plus à la représentation des phénomènes, aussitôt que l'illustre astronome de Rhodes eut découvert la précession. Il fallut alors une huitième

re pour rendre compte d'un mouvement auquel toutes
toiles participent à la fois.

près avoir arraché la Terre à sa prétendue immobi-
Copernic, au contraire, satisfit d'une manière très-
le aux circonstances les plus minutieuses de la pré-
on. Il supposa que l'axe de rotation de la Terre ne
pas exactement parallèle à lui-même; qu'après
ue révolution entière de notre globe autour du Soleil
stre s'est dévié d'une petite quantité; en un mot,
eu de faire marcher d'une certaine manière l'en-
ole des étoiles circompolaires à la rencontre du pôle,
marcher le pôle à la rencontre des étoiles. Cette
thèse débarrassa le mécanisme du monde de la plus
de complication que l'esprit de système y eût intro-
.

ais la précession des équinoxes ne s'effectue pas aussi
lement qu'on l'avait supposé avant l'invention des
tes. Après avoir appliqué aux positions des étoiles les
ections dépendantes de l'aberration de la lumière,
lley parvint à mettre en évidence des variations con-
nt en ce qu'une même étoile, après s'être rapprochée
ôle boréal, s'en éloigne ensuite; il vit que les chan-
ents lents observés pour une certaine étoile s'accor-
nt avec ceux de même nature observés pour toutes
utres. L'illustre astronome pensa que ces variations
ient provenir de ce que l'axe de la Terre éprouvait
oscillation de part et d'autre de sa position moyenne.
oscillation périodique a été nommée la *nutation*.
oilà donc une nouvelle complication dans la marche
Terre à travers l'espace dans sa course annuelle

autour du Soleil, et sa rotation diurne autour de l'axe de ses pôles. Supposons que S étant le Soleil, la courbe MN soit l'écliptique (fig. 321) et EE la ligne équinoxiale ou

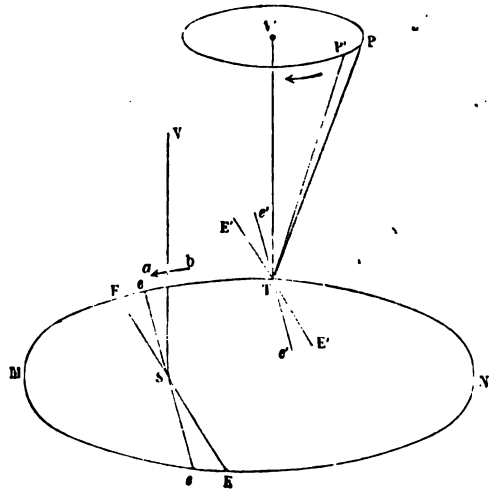



Fig. 321. — Précession des équinoxes.

l'intersection du plan de l'écliptique avec le plan de l'équateur du monde; menons une perpendiculaire SV au plan MN; cette perpendiculaire sera l'axe de l'écliptique. Supposons la Terre en T en un moment donné; menons par le point T une parallèle TV′ à SV; l'axe de rotation de la Terre sera alors une ligne TP, l'angle V′TP étant la valeur de l'inclinaison de l'équateur terrestre sur l'écliptique; la ligne E′E′ parallèle à EE sera la trace de l'équateur terrestre dans l'écliptique.

Eh bien, si le phénomène de la précession des équinoxes n'avait pas lieu, lorsque la Terre dans sa course autour du Soleil dans le sens de la flèche *ab*, reviendrait

T, un an après l'instant d'abord considéré, l'axe des s de notre globe se retrouverait en TP. Il n'en est ainsi, et c'est là la découverte d'Hipparque. L'axe pôles terrestres est après un an TP′; par conséquent race de l'équateur terrestre est nécessairement $e'e'$, et gne équinoxiale $ee$, parallèle à $e'e'$, a rétrogradé. En e, l'angle V′TP′ fait par l'axe des pôles terrestres l'axe des pôles de l'écliptique, ne reste pas absoent égal à lui-même. Cet angle tend en moyenne à inuer quelque peu, à devenir moindre que la valeur ervée au milieu de ce siècle ou que 23° 27′ 30″; sa ation séculaire est de 48″, par conséquent sa variaannuelle de 0″.48. Mais en outre, cet angle éprouve variation autour de la valeur moyenne qu'il a pent un siècle. Il s'écarte tantôt en plus, tantôt en moins a valeur moyenne d'une quantité qui s'élève jusqu'à 55. Au lieu de décrire sur la sphère étoilée une courbe (fig. 322) autour du pôle V′ de l'écliptique dans un ps de 25,000 à 26,000 ans, le pôle P rétrograde en nant sur une petite ellipse $xrys$ dans l'espace d'en- n 18 ans deux tiers; le grand axe de cette ellipse $rs$ de 19″.3 et son petit axe $xy$ de 14″.4. Le pôle ent en $s$ chaque fois que le nœud ascendant de la e se trouve à l'équinoxe du printemps (liv. XXI, p. I, t. III, p. 377), et on voit là une analogie de ivements qui doit faire penser qu'il y a peut-être tité entre les causes qui les produisent. La nutation 'axe de la Terre consiste en ce que cet axe au lieu re dirigé suivant TP l'est successivement suivant les es T$s$, T$x$, T$r$, T$y$ et les lignes intermédiaires. L'angle

que fait le plan dans lequel la Lune se meut avec le plan de l'écliptique subit aussi une petite variation. Au lieu d'être constamment 5° 8′ 47″.9 (liv. XXI, chap. X, t. III, p. 411), l'angle que l'axe lunaire fait avec l'axe de l'écliptique est un angle un peu plus grand ou un peu plus petit, comme l'a découvert Tycho-Brahé. Les limites extrêmes sont de 17′ 34″, et la rotation autour de la position moyenne s'effectue deux fois en 29 jours et demi environ. C'est là ce qui constitue la nutation de l'axe de la Lune, tout à fait analogue à la nutation de l'axe de la Terre.

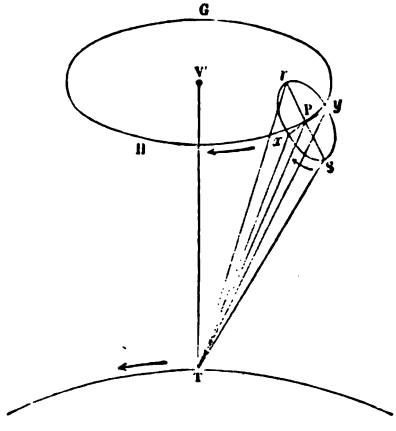



Fig. 322. — Nutation de l'axe de la Terre.

L'attraction universelle rend facilement compte de la rétrogradation des nœuds de la Lune et de la nutation de son axe. En effet, la Lune étant alternativement, dans son mouvement autour de la Terre, plus éloignée et plus rapprochée du Soleil, il en résulte une perturbation évidente qui affecte les éléments de son mouvement. Le

496429

ul basé sur la théorie reproduit toutes les circon-
ces du phénomène, telles que les donne l'observation.
'attraction universelle est-elle aussi la force motrice
modifiant chaque année la position de l'axe du
de, lui fait décrire en 25,000 à 26,000 ans un cercle
er d'à peu près 47 degrés de diamètre?

ewton devina que cette force provenait de l'action du
il et de la Lune sur les matières qui, dans les régions
toriales, s'élèvent au-dessus d'une sphère dont le
re coïnciderait avec celui de la Terre, et qui aurait
rayon la ligne menée de ce même centre à l'un des
s : ainsi, il fit dépendre la précession des équinoxes
'aplatissement du globe; il déclara que sur une pla-
sphérique aucune précession n'existerait.

out cela était vrai, mais Newton ne parvint pas à
blir mathématiquement. Or, ce grand homme avait
duit dans la philosophie cette règle sévère et juste :
enez pour certain que ce qui est démontré. La dé-
stration des idées newtoniennes sur la précession
équinoxes fut donc une grande découverte, et c'est
Alembert qu'en revient la gloire. Il a montré que la
ie renflée de la Terre formant une sorte de bourrelet
dessus de la sphère qui a pour diamètre la ligne des
s, doit éprouver de la part du Soleil un mouvement
ograde qui entraîne le reste du globe dans un mou-
ent général en vertu duquel l'axe polaire revient aux
nes étoiles en 25,000 à 26,000 ans.

'Alembert a rattaché aussi à l'attraction la perturba-
de la précession découverte par Bradley et que nous
s nommée la nutation de l'axe de la Terre. Il a fait

voir que cet axe doit éprouver sans cesse, en vertu de l'action exercée par la Lune sur la partie renflée de notre globe, une oscillation dont la période est exactement égale, comme nous l'avons dit, au temps (18 ans 2/3) que l'intersection de l'orbite de la Lune et de l'écliptique emploie à parcourir les 360 degrés de la circonférence entière.

Ainsi, tandis que le Soleil agissant sur la partie renflée de la Terre produit la précession, la Lune, par une action analogue, produit la nutation. D'Alembert, et après lui Euler, ont donné une solution mathématique satisfaisante du problème de mécanique posé par Newton. Toutefois les deux illustres géomètres avaient entièrement laissé de côté certaines circonstances physiques qui ne semblaient pas pouvoir être négligées sans examen. Laplace a rempli cette lacune. Il a montré que la mer, malgré sa fluidité, que l'atmosphère, malgré ses courants, influent l'une et l'autre sur les mouvements de l'axe de la Terre ou de l'équateur, comme si elles formaient des masses solides adhérentes au sphéroïde terrestre. Ce n'est qu'en tenant compte de cette action que la théorie de la précession et de la nutation devint tout à fait complète. On doit d'ailleurs remarquer que l'action des planètes change continuellement la position du plan de l'orbite de la Terre, modifie son inclinaison sur l'équateur, et tend à donner un mouvement direct aux équinoxes. Le Soleil et la Lune en agissant sur la partie aplatie du globe, changent les lois des perturbations produites par les planètes qui gravitent avec la Terre autour de l'astre radieux.

## CHAPITRE XXII

### FIXITÉ DES PÔLES DE LA TERRE

'axe autour duquel notre globe fait un tour entier que vingt-quatre heures, perce-t-il constamment phéroïde terrestre aux mêmes points matériels? En tres termes, les pôles de rotation qui, d'année en ée, correspondent à des étoiles différentes, se dépla-ils aussi à la surface de la Terre? Dans le cas de rmative, l'équateur se promène comme les pôles; les udes terrestres sont variables; aucune contrée, pen- la suite des siècles, ne jouira, même en moyenne, climat constant; les régions les plus diverses pour- tour à tour devenir circompolaires; les terribles s que j'ai signalés précédemment (liv. xx, ch. xxv. , p. 348), se produiront à la surface de notre pla-. Adoptez la supposition contraire, et tout prend le ctère d'une permanence admirable.

a question que je viens de soulever, une des plus tales de l'astronomie, ne saurait être résolue d'après seules observations, tant les anciennes latitudes ter-res sont incertaines. Laplace y a suppléé par l'ana- mathématique : le grand géomètre a démontré ucune cause liée à l'attraction universelle ne doit acer sensiblement, sur la surface du sphéroïde ter-re, l'axe autour duquel le monde paraît tourner. La , loin d'être un obstacle à la constante rotation de e globe autour d'un même axe, ramènerait au con-

traire cet axe à un état permanent, à raison de la mobilité des eaux et des résistances que leurs oscillations éprouvent.

## CHAPITRE XXIII

### CONSTANCE DE LA DURÉE DU JOUR

Les conséquences que je viens d'indiquer sur la fixité des pôles de notre globe doivent être étendues à la durée du mouvement de rotation de la Terre, qui est l'unité, le véritable étalon du temps. L'importance de cet élément a conduit Laplace à rechercher numériquement s'il pourrait être altéré par des causes intérieures, telles que des tremblements de terre et des volcans. Le résultat a été complétement négatif. Je vais du reste donner quelques détails sur la méthode à l'aide de laquelle l'illustre géomètre a établi la constance de la durée du jour.

Un jour solaire moyen est égal au temps que la Terre emploie à faire une révolution complète sur elle-même, augmenté du mouvement moyen apparent du Soleil dans ce même intervalle. La théorie a prouvé que le mouvement moyen apparent du Soleil, comme celui de toutes les planètes, est constant. La durée du jour solaire ne pourra donc varier que par un changement dans la vitesse de rotation de la Terre.

On appelle mois lunaire l'intervalle de temps que la Lune emploie à revenir à la même position relativement au Soleil, à sa conjonction, par exemple. Cet intervalle

évidemment indépendant de la vitesse de rotation de
'erre; notre globe cesserait même tout à fait de tour-
sur son centre, que le mouvement de translation de
Lune n'en éprouverait aucune altération. De là dé-
e un moyen très-simple de découvrir si la durée
jour solaire a changé.

upposons, en effet, qu'on détermine maintenant, par
observations directes, la durée d'un mois lunaire,
-à-dire combien de jours et de fractions de jour la
e emploie à revenir à sa conjonction avec le Soleil. Il
clair qu'en répétant cette observation à une autre
que, on trouvera un résultat différent si la durée du
n'a pas été constante, alors même que, dans l'inter-
e, la vitesse de la Lune n'aura pas changé : le mois
aîtra plus long, par exemple, si la durée du jour a
inué, et plus court, au contraire, si le jour est devenu
long. La constance du mois lunaire serait l'indice
'invariabilité de la durée du jour. Or, toutes les
ervations concourent à prouver que depuis les Chal-
ns jusqu'à nous, la durée du mois lunaire a été gra-
lement en diminuant. Il faut donc, d'après ce qui
cède, ou que la vitesse de la Lune se soit accrue, ou
le jour solaire soit devenu plus long. Mais Laplace
découvert par la théorie, ainsi que nous l'avons vu,
y a, dans le mouvement de la Lune, une inégalité
nue sous le nom d'*équation séculaire*, qui dépend
variation d'excentricité de l'orbe terrestre, et dont
aleur, dans chaque siècle, peut être déduite de ce
gement d'excentricité. A l'aide de cette équation
laire, on rend parfaitement compte de l'accroisse-

ment de la vitesse de la Lune. Il n'y a donc plus aucun motif de supposer que la durée du jour n'est pas sensiblement constante.

Admettons, en effet, pour un moment, comme l'a fait Laplace, que cette durée surpasse maintenant d'un centième de seconde celle du temps d'Hipparque. La durée du siècle actuel ou de 36,525 jours solaires, serait donc plus longue qu'il y a deux mille ans (on sait qu'Hipparque vivait environ cent vingt ans avant notre ère) de 365ʲ.25. Dans cet intervalle de temps, la Lune décrit un arc de 3′ 19″. Cette quantité exprimerait donc la différence entre les arcs parcourus par la Lune, dans un siècle, à l'époque actuelle et du temps d'Hipparque; or, comme ces arcs, déterminés par l'observation et corrigés de l'équation séculaire, ne diffèrent pas d'une aussi grande quantité, on doit en conclure que, dans ce long intervalle, la durée du jour n'a pas varié d'un centième de seconde.

## CHAPITRE XXIV

### DES MARÉES

Les marées, ce phénomène qu'un ancien appelait avec désespoir le *tombeau de la curiosité humaine*, ont été rattachées par Laplace à une théorie analytique dans laquelle les conditions physiques de la question figurent pour la première fois. Aussi, les calculateurs, à l'immense avantage de la navigation sur nos côtes maritimes, se hasardent-ils aujourd'hui à prédire plusieurs années d'avance les circonstances d'heure et de hauteur des

es marées, sans plus d'inquiétude sur le résultat
il s'agissait des phases d'une éclipse.
xiste entre les phénomènes du flux et du reflux de
r, et les actions attractives que le Soleil et la Lune
nt sur la nappe liquide qui recouvre environ les
quarts du globe, une liaison intime, nécessaire,
Laplace, en s'aidant de vingt années d'observations
eure et de la hauteur de la marée à Brest, a pu
oquement faire surgir une valeur très-approchée
masse de notre satellite. Nous ne connaissons qu'un
n d'ajouter à l'admiration profonde que tous les
s attentifs éprouveront sans doute pour des théories
otibles de pareilles conséquences. Une citation his-
e nous le fournira : nous rappellerons qu'en 1631,
ses célèbres *Dialogues*, l'illustre Galilée était telle-
éloigné de prévoir les liaisons mathématiques d'où
ce a déduit des résultats si beaux, si évidents, si
, qu'il taxait d'ineptie la vague pensée que Kepler
eue, d'attribuer à l'action lunaire une certaine part
les mouvements journaliers et périodiques des flots
mer. Kepler expliquait le flux et le reflux de l'Océan
s changements diurnes que la rotation de la Terre,
née avec sa révolution autour du Soleil, produit
le mouvement absolu de chaque molécule liquide.
and Newton fit jaillir la lumière de cet aperçu de
r en rattachant le premier le flux et le reflux des
de la mer à sa théorie de l'attraction universelle.
on considéra la mer comme un fluide de même den-
ue la Terre; il supposa qu'il la recouvre complète-
et alors il montra que ce fluide doit prendre sous

l'action du Soleil la figure d'un ellipsoïde dont le grand axe est dirigé constamment vers l'astre radieux ; la plus grande hauteur de la mer dans chaque port, le Soleil étant supposé à l'équateur, doit arriver à midi et à minuit; le plus grand abaissement des eaux de l'Océan doit avoir lieu au lever et au coucher de cet astre. Il est facile de se rendre compte de cette action. Si le Soleil animait de forces égales et parallèles les molécules de la mer, le globe tout entier et les eaux qui le recouvrent, obéiraient à ces forces d'un mouvement commun, et l'équilibre de l'Océan ne serait point troublé. Mais il n'en est pas ainsi : une molécule de la mer placée en conjonction par rapport au Soleil et au centre de la Terre, est plus attirée que le centre de notre globe par le Soleil ; sa pesanteur à la surface de la Terre en est ainsi diminuée. Un demi-jour après, cette molécule se trouve en opposition avec le Soleil qui l'attire alors plus faiblement, et la force qui attache la molécule à la surface de la Terre est encore diminuée par l'attraction solaire ; à cause de la grandeur de la distance du Soleil à la Terre, relativement au rayon terrestre, la diminution de la pesanteur dans les deux cas est à peu près la même.

L'action de la Lune sur la mer y produit un ellipsoïde semblable à celui que produit l'action du Soleil, mais il est plus allongé parce que l'action lunaire est plus puissante.

On comprend que si les deux actions du Soleil et de la Lune s'ajoutent ou se retranchent, il peut en résulter de grandes et de petites marées. En effet, si la Lune est en conjonction ou en opposition, c'est-à-dire dans les

ies, les axes des deux ellipsoïdes coïncident et on voir la plus grande haute mer; au contraire, quand ne est dans ses quadratures, les axes des deux ellip- sont perpendiculaires l'un sur l'autre, et les deux se contrarient. A toute époque comprise entre les ies et les quadratures, les axes des deux ellipsoïdes ntre eux un angle aigu, et l'action du Soleil et de la Lune se combinent alors de telle sorte que la e de la mer prend la forme d'un ellipsoïde ayant xe de figure compris dans cet angle aigu et plus oché de l'axe de l'ellipsoïde lunaire que de celui de soïde solaire.

utefois il faut remarquer que la mer ne s'étend pas e la surface de la Terre; que les déclinaisons du et de la Lune sont tantôt grandes, tantôt petites, australes, tantôt boréales; que les eaux doivent se oir continuellement pour obéir aux attractions du et de la Lune, et par conséquent sont animées de e acquise dans une certaine direction lorsque le sens ction vient à changer; que les diverses mers ont des s et des étendues différentes, communiquent entre par des canaux plus ou moins larges, plus ou moins s; que les frottements sur les fonds des mers et ceux ont produits par les vents dont l'atmosphère est , doivent aussi exercer une influence sur le flux reflux en chaque point des côtes maritimes. La e des marées donnée par Newton avait besoin perfectionnée pour tenir compte de toutes ces istances.

s plus illustres géomètres s'occupèrent tour à tour

de cette importante question; Daniel Bernoulli, Euler, Maclaurin, d'Alembert, concoururent à vaincre les difficultés que présentait le mouvement des fluides; Laplace acheva d'en donner la véritable solution, et il montra que des observations attentives, faites en chaque lieu pendant quelques années, combinées avec les résultats de la théorie, permettaient de prédire presque toutes les circonstances des marées longtemps à l'avance avec une certitude mathématique.

Ainsi que nous l'avons dit, le Soleil et la Lune, par leur attraction sur la mer, occasionnent des marées qui se combinent ensemble, et qui produisent les marées observées. Les deux marées coïncident vers les syzygies, ou vers les nouvelles et pleines Lunes; alors la marée composée peut être très-grande, puisqu'elle est la somme des marées partielles. Les marées des syzygies ne sont pas toutes également fortes, parce que les marées partielles qui concourent à leur production, varient avec les déclinaisons du Soleil et de la Lune, et les distances de ces astres à la Terre : elles sont d'autant plus considérables que la Lune et le Soleil sont plus rapprochés de la Terre et du plan de l'équateur. On peut calculer pour chaque année les hauteurs de toutes les grandes marées par la formule que Laplace a donnée dans la *Mécanique céleste*, tome II, page 289. On prend pour unité de hauteur la moitié de la hauteur moyenne de la marée totale qui arrive un jour ou deux après la syzygie, quand le Soleil et la Lune, lors de la syzygie, sont dans l'équateur et dans leurs moyennes distances à la Terre. On nomme *marée totale* la demi-somme des hauteurs de

pleines mers consécutives, au-dessus du niveau de
sse mer intermédiaire. Dans les ports des côtes de
ce, les plus grandes marées suivent d'un jour et
la nouvelle et la pleine Lune. Ainsi on aura l'époque
les arrivent en ajoutant un jour et demi à la date des
gies.

retour des marées retarde moyennement de 50$^m$ 1/2
jour à l'autre. L'intervalle moyen entre deux pleines
consécutives est de 12$^h$ 25$^m$. La basse mer intermé-
e ne tient pas le milieu entre deux pleines mers, la
employant plus de temps à monter qu'à descendre.
etard des marées varie avec les phases de la Lune.
le plus petit qu'il est possible, vers les syzygies,
d les marées totales sont à leur maximum, et alors
leur n'est que de 39$^m$.2. Lorsque les marées sont à
ninimum ou vers les quadratures, il est le plus grand
ble et s'élève à 75$^m$. Ainsi la différence des heures
narées correspondantes aux moments de la syzygie
la quadrature, et qui est d'environ 4$^h$ 48$^m$, aug-
e pour les marées qui suivent ces deux phases et
ent à peu près égale à un quart de jour relativement
aximum et au minimum des marées.

ans les syzygies des solstices, le retard journalier des
es est en outre d'environ une minute plus grand que
son état moyen ; il est plus petit de la même quan-
lans les équinoxes. C'est le contraire dans les qua-
ures des équinoxes ; il surpasse sa grandeur moyenne
" à peu près ; il en est surpassé de la même quantité
les quadratures des solstices.

es marées les plus fortes arrivent aux équinoxes

quand la Lune est à son périgée et très-voisine de l'équateur ; les plus faibles ont lieu aux solstices, quand la Lune est à son apogée et a une grande déclinaison. La diminution des hauteurs des marées vers les syzygies des solstices n'est qu'environ les trois cinquièmes de la diminution correspondante vers les syzygies des équinoxes ; l'accroissement des marées vers les quadratures est deux fois plus grand dans les équinoxes que dans les solstices. La diminution des marées syzygies est presque trois fois plus grande vers le périgée de la Lune que vers son apogée.

On obtient la hauteur d'une grande marée dans un port, en multipliant la hauteur de la marée calculée, comme nous l'avons dit, par la formule de la *Mécanique céleste*, par l'unité de hauteur qui convient à ce port. Les grandes marées de chaque année peuvent produire des inondations, surtout quand les vents les favorisent ; on doit prendre des précautions pour prévenir les désastres qui en résulteraient. L'*unité de hauteur* d'un port est la quantité dont la mer s'élève ou s'abaisse relativement au niveau moyen qui aurait lieu sans l'action du Soleil et de la Lune. On obtient cette unité de hauteur en prenant la moitié de la différence entre un grand nombre de hautes et de basses marées équinoxiales.

La pleine mer sur les côtes et dans les ports n'arrive pas à l'instant où la force résultante des attractions du Soleil et de la Lune y est parvenue à sa plus grande intensité. Ainsi, aux jours de la nouvelle Lune, l'instant de la plus grande intensité de cette action est celui du passage simultané des deux astres au méridien, ou celui

nidi ; cependant la mer n'est ordinairement pleine quelque temps après midi.

uand la Lune nouvelle passe au méridien d'un port idi vrai, à l'époque des équinoxes, le temps qui oule entre ce passage et l'instant de la pleine mer e suit, est toujours le même ; il se nomme *établis-nt du port*. L'heure des marées des syzygies équi-ales est donc l'établissement du port.

es jours de la nouvelle et de la pleine Lune, l'in-où les deux astres exercent la plus grande action celui du passage de la Lune au méridien ; il en est même lors du premier et du dernier quartier ; les es jours, cet instant précède quelquefois le passage, autres fois il le suit ; mais il ne s'en écarte jamais coup, parce que la force attractive de la Lune est ron deux fois et demie plus grande que celle du il.

effort qui résulte des attractions du Soleil et de la e sur les eaux de la mer et le retard ou l'avance de arée sur l'heure du passage de la Lune au méridien ent suivant que les deux astres s'écartent ou se rap-hent de la Terre, suivant que leurs déclinaisons mentent ou diminuent. On tient compte de toutes ces onstances à l'aide de tables qui facilitent les calculs ue l'on trouve dans l'*Annuaire du Bureau des Longi-s*. Mais, dans tous les cas, l'établissement du port té à l'heure du passage de la Lune au méridien un donné, fournit à quelques minutes près l'heure de aute mer dans ce port.

oici les établissements de quelques ports et les unités

de hauteur des marées qui y ont été déduites de l'observation :

| | Établissements des ports. | | Unités de hauteur. |
|---|---|---|---|
| Dunkerque..... | 12h | 13m | 2m.68 |
| Calais..... | 11 | 49 | 3 .12 |
| Boulogne..... | 11 | 26 | 3 .96 |
| Dieppe..... | 11 | 8 | 4 .40 |
| Le Havre..... | 9 | 53 | 3 .57 |
| La Hougue..... | 8 | 48 | 3 .04 |
| Cherbourg..... | 7 | 58 | 2 .82 |
| Saint-Malo..... | 6 | 10 | 5 .68 |
| Brest..... | 3 | 46 | 3 .21 |
| Lorient..... | 3 | 32 | 2 .24 |
| Bordeaux..... | 7 | 45 | 2 .35 |
| Bayonne..... | 4 | 5 | 1 .40 |
| Londres..... | 2 | 15 | 4 .58 |
| False-Bay (cap de Bonne-Espérance)..... | 3 | 10 | 0 .85 |
| Valparaiso..... | 9 | 40 | 0 .79 |
| Port Jackson..... | 9 | 0 | 0 .93 |
| Rio-Janeiro..... | 2 | 30 | 0 .52 |
| Monterey..... | 9 | 52 | 0 .98 |
| Baie de la Madeleine... | 7 | 37 | 1 .38 |
| Acapulco..... | 3 | 5 | 0 .32 |
| Payta..... | 3 | 18 | 0 .89 |
| Callao de Lima..... | 6 | 0 | 0 .38 |

Les derniers nombres de ce tableau méritent particulièrement de fixer l'attention. Après avoir vu que la mer monte quatre fois moins à Acapulco qu'à la Madeleine; après avoir remarqué des différences de deux heures et un quart, de quatre heures et demie entre les époques des marées dans des ports peu éloignés les uns des autres et situés sur une côte, la côte occidentale d'Amérique, où l'Océan peut se développer en toute liberté, où ne se trouvent pas les bras de mer resserrés et sinueux qu'on

près des côtes de France; après avoir pris note de
rvalle d'environ trois heures qui s'écoule depuis le
ent de la haute mer à Payta jusqu'au moment de la
e mer au Callao, on ne pourra soutenir que la ques-
des marées soit épuisée, malgré les beaux travaux
géomètres dont nous avons rendu compte. Il faut
re expliquer de quelle manière des obstacles invisi-
les inégalités du fond de la mer agissent sur la vitesse
vagues et sur leur hauteur.

noi qu'il en soit, le problème des marées, pour toutes
irconstances directement utiles à la navigation, a été
u admirablement par Laplace. Le grand géomètre
'est pas borné d'ailleurs à perfectionner la théorie
ématique du phénomène; il l'a envisagée sous un
entièrement nouveau; c'est lui qui le premier a traité
stabilité de l'équilibre des mers.

s systèmes de corps solides ou liquides sont sujets à
genres d'équilibre qu'il faut soigneusement distin-
. Dans le premier, dans l'équilibre ferme ou stable,
stème, légèrement écarté de sa position primitive,
sans cesse à y revenir. Dans l'équilibre instable, au
aire, un ébranlement très-faible à l'origine, peut à la
ne causer un déplacement énorme.

l'équilibre des flots est de cette dernière espèce, les
es engendrées par l'action des vents, par des trem-
ents de terre, par des mouvements brusq
de la mer, ont pu s'élever dans le passé, elles
s'élever dans l'avenir jusqu'à la hauteur des
es montagnes. Le géologue aura la satisfa
r dans ces oscillations prodigieuses des eq

rationnelles d'un grand nombre de phénomènes, mais le monde se trouvera exposé à de nouveaux, à de terribles cataclysmes.

Les hommes peuvent se rassurer : Laplace a trouvé que l'équilibre de l'Océan est stable, mais à la condition expresse, établie d'ailleurs par des faits constants, que la densité moyenne de la masse liquide soit inférieure à la densité moyenne de la Terre. A la mer actuelle, tout restant dans le même état, substituons un océan de mercure, et la stabilité aura disparu, et le liquide sortira fréquemment de ses limites pour aller ravager les continents jusque dans les régions neigeuses qui se perdent au milieu des nuages.

## CHAPITRE XXV

### DES TREMBLEMENTS DE TERRE

Nous avons vu (liv. XX, chap. XVIII, t. III, p. 247) que l'intérieur de la Terre, à cause de sa haute température, est très-probablement liquide et que notre globe est revêtu d'une écorce comparativement très-mince; cette écorce n'aurait qu'une épaisseur de 40,000 mètres sur 12,733,000 mètres qui mesurent le diamètre terrestre moyen; elle ne serait pas la trois-millième partie du diamètre du globe. La masse intérieure fluide doit céder, comme la masse superficielle des eaux de l'Océan, aux forces attractives exercées par le Soleil et la Lune; elle doit tendre à se gonfler dans les directions des lignes qui joignent le centre de notre globe à ces deux astres. Cette

mission nécessaire de la masse fluide intérieure aux lois l'attraction universelle doit rencontrer une résistance s la rigidité de l'écorce solide, et de là peuvent pro- ir des ruptures, des secousses, en un mot les trem- ments de terre. Telle est l'idée dont M. Perrey, pro- seur de physique à la Faculté des sciences de Dijon, a rché à démontrer la justesse dans plusieurs Mémoires ressants. Dans ce système, les tremblements de terre nme les marées océaniques, doivent être dans un cer- n rapport et avec l'âge et avec l'heure du passage de Lune au méridien. M. Perrey a trouvé, en effet, en cutant toutes les observations de tremblements de terre il a pu recueillir, que, depuis un demi-siècle, les nblements de terre sont plus fréquents dans le voisi- ge de l'époque du périgée que vers celle de l'apogée la Lune, plus fréquents lorsque la Lune est proche du ridien que lorsqu'elle en est éloignée de 90 degrés. cune question ne mérite davantage d'être soumise à plus longue étude. N'est-il pas remarquable de voir les phénomènes les plus désordonnés en apparence t réglés dans tout l'univers par les grands principes de traction?

## CHAPITRE XXVI

### SUR LES MARÉES DE L'ATMOSPHÈRE

l était impossible que le grand géomètre qui avait si n réussi dans l'étude des marées de l'Océan ne s'oc- pât point des marées de l'atmosphère, qu'il ne soumît aux épreuves délicates et définitives d'un calcul rigou-

reux, les opinions, généralement répandues, touchant l'influence de la Lune sur la hauteur du baromètre et sur d'autres phénomènes météorologiques.

Laplace, en effet, a consacré un chapitre de la *Mécanique céleste* à l'examen des fluctuations que la force attractive de la Lune peut opérer dans notre atmosphère. Il résulte de ses recherches, qu'à Paris le flux lunaire, mesuré sur le baromètre, n'est nullement sensible. La valeur de ce flux, obtenue par la discussion d'une longue série d'observations, n'a pas dépassé deux centièmes de millimètre, quantité inférieure aux quantités dont il est possible de répondre dans l'état actuel de la science météorologique.

Le calcul que je viens de rappeler pourra être invoqué à l'appui des considérations auxquelles j'ai eu recours (liv. XXI, chap. XXXVI et XL, t. III, p. 512 et 532) lorsque j'ai voulu établir que, si la Lune modifie plus ou moins, suivant ses diverses phases, la hauteur du baromètre, ce n'est point par voie d'attraction.

## CHAPITRE XXVII

### SUR LA TRANSMISSION DE L'ATTRACTION

L'attraction est-elle simplement une propriété essentielle de la matière, ou bien a-t-elle une cause physique? C'est une question qui a vivement préoccupé Newton et ses disciples. Les uns ont imaginé que l'attraction est la résultante de l'effort que fait l'éther (chap. IV, p. 27) pour se porter des régions libres de l'espace où sa densité

.u maximum vers les corps planétaires autour des-
s il existe dans un plus grand état de raréfaction:
ıutres ont supposé que cette puissance est la consé-
ıce de l'impulsion d'un milieu fluide quelconque.
ton ne s'est jamais expliqué catégoriquement sur la
ière dont pourrait naître une impulsion, cause phy-
e de la puissance attractive de la matière, du moins
; notre système solaire. Mais nous avons aujourd'hui
ɔrtes raisons de croire qu'en écrivant le mot *impul-*
, le grand géomètre songeait aux idées systématiques
'arignon et de Fatio de Duillier, retrouvées plus tard
ɔerfectionnées par Lesage : ces idées, en effet, lui
ent été communiquées avant toute publication. Selon
ıge, il y aurait dans les régions de l'espace des cor-
:ules se mouvant suivant toutes les directions possi-
et avec une excessive rapidité. L'auteur donnait à
corpuscules le nom de *corpuscules ultra-mondains.*
· ensemble composait le fluide gravifique, si toute-
la désignation de fluide pouvait être appliquée à
ıssemblage de particules n'ayant entre elles aucune
ɔn.

n corps unique, placé au milieu d'un pareil océan de
uscules mobiles, resterait en repos, puiqu'il serait
ement poussé dans tous les sens. Au contraire, deux
s devraient marcher l'un vers l'autre, car ils se
ent réciproquement écran; car leurs surfaces en re-
l ne seraient plus frappées dans la direction de la
ɔ qui les joindrait, par les corpuscules ultra-mon-
s; car il existerait alors des courants dont l'effet ne
it plus détruit par des courants contraires. On voit

d'ailleurs aisément que deux corps plongés dans le fluide gravifique tendraient à se rapprocher avec une intensité qui varierait en raison inverse du carré des distances.

Si l'attraction est le résultat de l'impulsion d'un fluide, son action doit employer un temps fini à franchir les espaces immenses qui séparent les corps célestes. Le Soleil serait donc subitement anéanti, qu'après la catastrophe, la Terre, mathématiquement parlant, ressentirait son attraction encore pendant quelque temps. Le contraire arriverait à la naissance subite d'une planète : un certain temps s'écoulerait avant que l'action attractive du nouvel astre se fît sentir sur notre globe.

Plusieurs géomètres du siècle dernier croyaient que l'attraction ne se transmettait pas instantanément d'un corps à l'autre ; ils l'avaient même douée d'une vitesse de propagation assez faible. Daniel Bernoulli, par exemple, voulant expliquer comment la plus grande marée arrive sur nos côtes un jour et demi après les époques où le Soleil et la Lune se sont trouvés le plus favorablement situés pour la production de ce magnifique phénomène, admit que l'action lunaire employait tout ce temps (un jour et demi) à se transmettre de la Lune à la mer. Une si faible vitesse ne pourrait pas se concilier avec l'explication mécanique de la pesanteur dont nous venons de parler. L'explication suppose, en effet, impérieusement, que la vitesse propre des corps célestes est insensible comparativement à celle du fluide gravifique.

Avant d'avoir trouvé que la diminution actuelle d'excentricité de l'orbite terrestre est la cause réelle de l'accélération observée dans le mouvement de la Lune

). XIX, p. 88), Laplace, de son côté, avait cherché te accélération mystérieuse ne dépendrait pas de la ıgation successive de l'attraction.

calcul, un moment, rendit la supposition plausible. ›ntra que la propagation graduelle de l'attraction lluirait inévitablement dans le mouvement de notre ite une perturbation proportionnelle au carré du s écoulé à partir de toute époque; que pour repré- r numériquement les résultats des observations astro- ques, il ne serait nullement nécessaire d'attribuer à action de petites vitesses; qu'une propagation huit ›ns de fois plus rapide que celle de la lumière satis- : à tous les phénomènes.

ıoique la vraie cause de l'accélération de la Lune ıctuellement bien connue, l'ingénieux calcul dont je de parler n'en conserve pas moins sa place dans la ce. Au point de vue mathématique, la perturbation ndante de la propagation successive de l'attraction ce calcul signale, a une existence certaine. La liaison : la vitesse et la perturbation est telle, qu'une des quantités conduit à la connaissance numérique de re. Or, en donnant à la perturbation la valeur imum que les observations comportent lorsqu'elles corrigées de l'accélération connue provenant gement d'excentricité de l'orbe terrestre, on ıante millions de fois la vitesse de la lumière pa ır de la vitesse de la force attractive.

# LIVRE XXIV

## MARS

---

## CHAPITRE PREMIER

### ASPECT DE MARS — SON MOUVEMENT PAR RAPPORT AU SOLEIL

Le signe ♂ par lequel la planète Mars est désignée, a été, dit-on, composé d'une lance et d'un bouclier.

La lumière de Mars est rougeâtre, et par moments évidemment scintillante.

Les planètes dont nous avons parlé précédemment (liv. XVIII et XIX, t. II, p. 485 et 507) Mercure et Vénus, ont été appelées les *planètes inférieures*. Celles dont nous avons encore à tracer l'histoire ont pris le nom de *planètes supérieures*. Les premières ne s'écartent jamais du Soleil au delà de certaines limites dont nous avons indiqué les valeurs; les autres s'en éloignent à toutes les distances possibles.

Mercure et Vénus, ainsi que nous l'avons expliqué, sont quelquefois au delà du Soleil par rapport à la Terre; quelquefois dans une position intermédiaire entre le Soleil et nous. Lorsque, dans la première position, les deux astres passent au méridien presque au même instant, on dit que la planète est en conjonction *supérieure*. La conjonction *inférieure* arrive au moment où, dans les mêmes

tions quant au passage au méridien, les planètes
ntermédiaires entre le Soleil et la Terre. Pour toutes
anètes dont il nous reste à parler, la conjonction
ieure existe seule.

est un point de l'orbite dans lequel l'astre est à l'op-
e du Soleil relativement à la Terre ; la planète passe
au méridien vers minuit : c'est le point de *l'oppo-*
.

rsque l'astre se trouve dans des positions intermé-
es particulières, dans des points où la plus courte
nce angulaire au Soleil est de 90° à l'orient ou à
dent, lorsqu'il passe au méridien vers six heures du
ı ou six heures du soir, on dit qu'il est en *qua-*
*re.*

and Mars se dégage le matin des rayons du Soleil,
nouvement, rapporté aux étoiles, est dirigé de l'oc-
t à l'orient ou *direct;* il est alors à son maximum.
la n'empêche pas le Soleil, plus oriental que Mars
nt la marche est dirigée dans le même sens, de s'en
mer chaque jour davantage, son mouvement par rap-
aux étoiles étant supérieur à celui de la planète.

mouvement de Mars se ralentit bientôt ; il est nul
d la planète est à 137° de distance du Soleil ; on
lors que Mars est *stationnaire.*

suite la planète se remet en marche, mais son mou-
nt paraît s'effectuer en sens contraire, si on
toujours aux étoiles. Ce mouvement *rétro-*
irigé de l'orient à l'occident, atteint son ma-
itesse le jour de l'opposition ; ensuite il d
endant plusieurs jours la planète est une seconde

stationnaire par rapport aux étoiles, lorsque sa distance au Soleil n'est plus que de 137°.

A cette seconde station succède, pendant le reste de l'année, un mouvement direct ou dirigé de l'occident à l'orient.

Ces mouvements directs, séparés par un arc de rétrogradation dont le milieu est à l'opposition même et qui part de deux points où la planète se montre quelque temps stationnaire parmi les étoiles, est un phénomène extrêmement remarquable, dans lequel se trouve le secret du vrai système du monde (liv. XVI, chap. VIII, t. II, p. 230).

Pour Mars l'arc de rétrogradation est d'environ 16°; la planète emploie 73 jours à le parcourir.

Le temps dont la planète a besoin pour revenir aux mêmes étoiles du firmament, c'est-à-dire la durée de sa révolution sidérale, est de 686j.98 ou 1 an 10 mois 21j.98.

La durée de la révolution synodique, ou son retour à la même position apparente par rapport au Soleil, est de 779 jours ou 2 ans 1 mois et 19 jours; cette durée comprend à la fois le mouvement direct et le mouvement rétrograde qui le suit.

Le mouvement de Mars ne s'opère pas dans le plan de l'écliptique; la planète en est quelquefois éloignée de 1° 51′ 6″.2, valeur de l'inclinaison de son orbite sur le plan de l'écliptique.

L'inclinaison de l'orbite de Mars sur l'équateur terrestre est de 24° 44′ 44″.

La distance moyenne de la planète au Soleil est de

ı, la distance moyenne du Soleil à la Terre étant 1.
stance du périhélie est de 1.382 et celle de l'aphé-
: 1.666.
excentricité est égale à 0.093. La longitude du péri-
est de 332° 22′ 51″, celle du nœud ascendant de
9′ 38″; la longitude moyenne de l'époque (1er jan-
1800) est de 233° 5′ 34″.
s éléments de l'orbite de Mars sont extraits des
s de M. Lindenau.
s quantités de chaleur et de lumière envoyées par le
l à la Terre étant 1, les quantités envoyées à la sur-
de Mars sont 0.43.

## CHAPITRE II

### GRANDEUR DE MARS

s distances de Mars à notre globe sont très-variables
d'où il résulte que son diamètre angulaire doit
coup changer. La moindre valeur après la conjonction
est de 3″.3; la plus grande, correspondant à une
sition, s'élève à 23″.5.
la distance moyenne de la Terre au Soleil, le dia-
e de Mars serait 8″.9; ce qui correspond à environ
0 lieues de 4,000 mètres.
volume de cette planète est donc les 14 centièmes
elui de la Terre.
a figure 323 donne les rapports des grandeurs appa-
es du disque de Mars à la plus grande distance à la
e en A, à la plus petite distance en C et à une dis-

tance moyenne égale à celle de la Terre au Soleil en B. Cette figure est faite à la même échelle (1 millimètre pour une seconde) que les figures qui représentent dans cet ouvrage les grandeurs apparentes des disques des autres planètes.

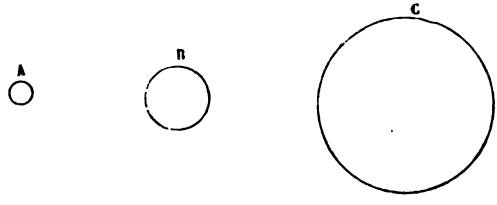



Fig. 323. — Grandeurs apparentes du disque de Mars aux distances extrêmes et à la distance moyenne à la Terre.

Les variations de distance sont très-sensibles, même en ne comparant entre elles que des oppositions, ce qui tient à la grande différence qui existe entre le cercle et l'orbite réelle de Mars. De toutes les planètes anciennement connues, Mars est en effet celle qui a la plus grande excentricité.

Voici les distances de Mars et ses diamètres correspondants pour les oppositions comprises entre 1828 et 1847.

| Dates. | Distances à la Terre. | Diamètres apparents. |
|---|---|---|
| 1828 | 0.42 | 21".6 |
| 1830 | 0.39 | 23 .1 |
| 1832 | 0.51 | 17 .6 |
| 1835 | 0.62 | 14 .5 |
| 1837 | 0.67 | 13 .3 |
| 1839 | 0.66 | 13 .5 |
| 1841 | 0.59 | 15 .1 |
| 1843 | 0.49 | 18 .4 |
| 1845 | 0.38 | 23 .5 |
| 1847 | 0.47 | 18 .9 |

insi les observations de la grandeur de la planète et a constitution physique en 1837, comparées aux ob-ations de 1845, pourraient être assimilées, pour cette ière époque, à celles qui résulteraient relativement à remière, de l'emploi d'un grossissement à peu près ole.

## CHAPITRE III

### PHASES DE MARS

orsque Mars commence à se dégager de sa conjonc- avec le Soleil, son disque paraît parfaitement rond. l'époque de l'opposition, quelques jours avant et ques jours après, sa forme est la même à l'orient et ccident. A une plus grande distance de l'opposition, re une phase sensible. Cette phase, qui ne donne is à la planète la forme du croissant ni même celle Lune à son premier quartier, atteint son maximum quadratures. Le disque visible ressemble alors à celui Lune trois jours avant son plein, la partie circulaire phase étant toujours tournée du côté du Soleil. Il lte de ces observations que Mars n'est pas lumineux lui-même, et qu'il brille à nos yeux de la lumière du il réfléchie.

alilée écrivait au Père Castelli, le 30 décembre 1610: n'ose pas assurer que je puisse observer les phases Iars; cependant, si je ne me trompe, je crois déjà qu'il n'est pas parfaitement rond. »

e 24 août 1638, dit Riccioli, Fontana à Naples vit s nettement gibbeux. Cette observation, pour l'épo- peut être considérée comme une découverte; au-

jourd'hui, l'astronome le moins exercé aperçoit les phases sans difficulté vers les quadratures de la planète, lorsqu'il peut se servir d'une bonne lunette.

## CHAPITRE IV

### TACHES PERMANENTES DE MARS — SON MOUVEMENT DE ROTATION

On aperçoit sur la surface de Mars des taches permanentes à l'aide desquelles on a prouvé que la planète tourne sur elle-même autour d'un axe incliné de 59° 27′ sur le plan de l'écliptique, ou de 61° 18′ sur le plan de son orbite.

L'observation des taches de Mars suivit d'assez près la découverte des lunettes. Déjà, en 1636, Fontana apercevait une place obscure sur le disque de Mars; le Père Zucchi signalait des taches du même genre en 1640; le père Bartoli, de Naples, écrivait en décembre 1644, qu'il avait vu deux taches noires au-dessous du milieu du disque. D'autres personnes n'ayant pas distingué aux heures de leurs observations les taches signalées par le Père Bartoli, commencèrent à soupçonner le mouvement de rotation de la planète.

Ce mouvement de rotation fut constaté à l'aide d'observations directes faites à Bologne par Jean Dominique Cassini, en 1666. Il trouva qu'une révolution entière s'exécutait de l'occident à l'orient en $24^h\ 40^m$. Des observateurs de Rome prétendirent, mais à tort, qu'elle n'était que de 13 heures. Cassini confirma son premier résultat à l'aide d'observations faites à Paris, en 1670. Plus tard, en 1704, Maraldi trouva $24^h\ 39^m$ pour la durée de

évolution. Le même astronome profita, pendant ition de 1719, des circonstances favorables dans les se trouvait la planète périgée, et arriva à m, comme Cassini.

Fig. 324. — Hémisphère sud de Mars.

liam Herschel adopta, d'après ses propres obser- s, 24h 39m 4s. C'est à lui que l'on doit la première nination de la position de l'axe de rotation de la e, et conséquemment de l'inclinaison et de la trace équateur sur le plan de l'écliptique.

MM. Mædler et Beer ont déduit d'observations faites à Berlin, avec des soins minutieux, une durée de la rotation égale à $24^h\ 37^m\ 23^s$.

Il est remarquable que les observations d'Herschel

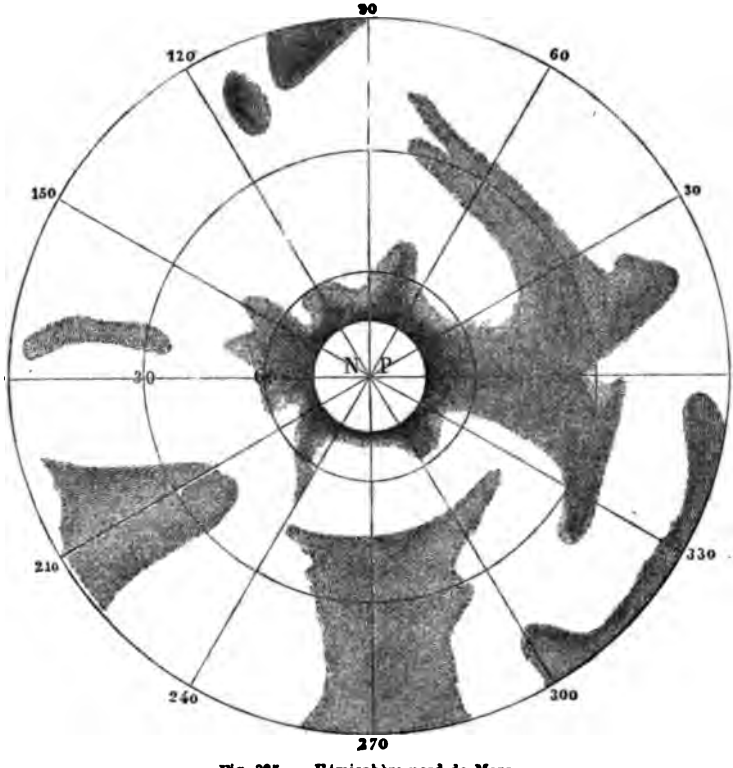



Fig. 325. — Hémisphère nord de Mars.

conduiraient au même résultat, si l'on supposait que l'illustre astronome se trompa d'une révolution entière, en évaluant le nombre de celles qui s'étaient opérées entre les observations fort distantes qu'il compare entre elles.

Les deux figures 324 et 325 représentent les deux

ıphères de Mars tels que MM. Beer et Maedler ont
ɜ conclure d'un grand nombre d'observations faites
830 à 1839. Les taches noires dessinées sur l'hé-
ıère sud ont plus particulièrement l'aspect qu'elles
ent en 1830 et 1832; il en est de même pour les
s de l'hémisphère nord, à l'exception de la tache
qui enveloppe le pôle; celle-ci est dessinée d'après
ıservations de 1837.

## CHAPITRE V

### -APLATISSEMENT DE MARS

s premières observations de l'aplatissement de Mars
d'Herschel, et remontent à 1784. Ce célèbre astro-
porta cet aplatissement jusqu'à un 16e. Schrœter se
ra contre cette appréciation; il prétendit que si l'apla-
nent existait, il ne pouvait être supérieur à 1/80e.
ssel, dont l'autorité en pareille matière ne saurait
ver un doute, s'est aussi prononcé contre l'existence
aplatissement de Mars, susceptible d'être mesuré
les instruments actuels, même à l'aide de son cé-
héliomètre de Kœnigsberg.
suis forcé d'opposer à des dénégations aussi posi-
les mesures que j'ai faites à l'Observatoire de Paris
is l'année 1811 jusqu'à l'année 1847.
s observations ont toutes confirmé l'existence
ıtissement dans Mars, et elles ont donné pour
ır 1/30e environ.
sais bien que ce résultat ne s'accorde pas avec c
'on peut déduire de la théorie de l'attraction.

Laplace rendait compte de cette discordance en supposant que des soulèvements locaux analogues à ceux dont on voit les effets dans diverses parties de la Terre, avaient pu avoir relativement une plus grande influence sur la figure d'une petite planète que sur celle de notre globe; mais cette explication est sujette à de sérieuses difficultés. La figure de Mars est très-régulière; tout paraît semblable au nord et au midi de l'équateur de la planète, et les diamètres mesurés à 45° m'ont semblé avoir une longueur intermédiaire entre les diamètres de l'équateur et ceux des pôles, et précisément comme l'exigerait une forme elliptique.

## CHAPITRE VI

### LES SAISONS SUR MARS

Puisqu'il existe un axe de rotation, il y a lieu à distinguer sur Mars comme sur la Terre, deux pôles diamétralement opposés et deux hémisphères, l'un boréal et l'autre austral, séparés par le plan passant par le centre de la planète et perpendiculaire à l'axe, par un plan équatorial. Ce plan restant parallèle à lui-même, le Soleil se trouvera dans l'hémisphère boréal pendant la demi-durée de la révolution de la planète et ensuite dans l'hémisphère opposé.

Des équinoxes semblables à ceux que nous observons sur la Terre, sépareront ces deux périodes. Il y aura enfin sur Mars des saisons diverses analogues à celles qu'on observe sur notre globe, et dont nous trouverons la raison dans les positions différentes du Soleil relativement à notre équateur.

es considérations servent à expliquer un phénomène ulier, qui se manifeste vers les pôles nord et sud de s. Je veux parler de l'apparition, de la croissance et a diminution de deux taches blanchâtres dont l'éclat plus que double de celui des autres parties de la pla-. La tache nord diminue d'amplitude pendant le temps et l'été de l'hémisphère de même nom; elle nente pendant les deux saisons suivantes. Le con-e arrive au pôle sud; de là on a tiré légitimement la lusion qu'il se forme successivement autour des pôles Mars des calottes étendues d'une matière blanchâtre blable aux neiges qui se précipitent de notre atmo-re et dont la quantité est réglée par la température. ai dit que ces taches blanches polaires, les taches euses, brillaient d'une lumière plus que double de qui nous arrive des bords de Mars. Pour s'assurer exactitude de ce résultat, on n'a qu'à se servir d'une tte prismatique et à faire empiéter les bords des deux ges d'une quantité suffisante peu de jours avant ou de jours après l'opposition; le segment provenant ette superposition paraîtra un peu moins lumineux la tache polaire vue en même temps sur chacune des ges séparées. Il n'est pas nécessaire d'expliquer ici ment on aurait dû s'y prendre pour faire cette com-ison d'intensité, si par hasard les deux régions toriales superposées n'avaient pas donné, par leur ion, une intensité à peu près égale à celle des taches ires.

araldi disait au commencement de 1706 que depuis uante ans on avait observé les taches blanches po-

laires; ceci nous ramènerait à une époque antérieure à celle où Cassini déterminait à Bologne la durée de la révolution de la planète. Le même Maraldi fit des observations suivies de ces taches en 1719, les vit changer d'étendue et signala de plus la disparition momentanée de l'une d'entre elles, celle du pôle boréal.

Les taches blanches polaires semblent former des protubérances locales et interrompre ainsi la courbure régulière du disque. Maraldi, dans son Mémoire inséré parmi ceux de l'Académie des sciences pour 1720, s'exprime à cet égard à peu près en ces termes : « La partie du bord où existait la tache paraissait excéder le disque de la planète et former en cet endroit une espèce de tubérosité. Mars, vu avec la lunette, ressemblait à la Lune observée à la vue simple, aux époques où seulement une partie de son disque, éclairé par le Soleil, est visible de la Terre, tandis que le reste ne devient apparent que par la lueur cendrée. »

Les deux taches polaires parurent à Herschel, confirmé en cela par MM. Mædler et Beer, diamétralement opposées.

Herschel étudia les deux taches neigeuses avec un soin infini. Le centre d'aucune de ces deux taches ne lui parut exactement placé aux pôles de rotation. La déviation semblait néanmoins plus grande pour la tache boréale que pour celle du pôle sud. Les changements observés dans les grandeurs absolues s'accordèrent à merveille avec l'idée que ces taches sont des amas de glace et de neige. Si en 1781, par exemple, la tache parut extrêmement étendue, ce fut après un long hiver de cet hémi-

·e, ce fut après une période de douze mois pendant
·lle le pôle correspondant avait été entièrement privé
vue du Soleil. Si, au contraire, en 1783, la même
: se montra très-petite, c'était à une époque où,
is plus de huit mois, le Soleil dardait ses rayons
: manière continue sur le pôle sud de Mars. La tache
ıle offrit aussi des variations de grandeurs absolues,
.ement liées à la position du Soleil relativement à
ateur de la planète.

: 18 mars 1837, les bords de la tache blanche du
austral étaient, suivant MM. Mædler et Beer, à
lu pôle. En 1830, pendant l'été de l'hémisphère
les bords de la même tache n'étaient qu'à 5° ou 6°
on du pôle.

M. Mædler et Beer ont suivi jusque dans les dernières
:quences susceptibles d'être vérifiées par nos instru-
s, l'explication qu'on a donnée des taches polaires
.ntes de Mars en les assimilant à de la neige.

r les 668 jours 2/3 dont se compose une année
·e de Mars [1], ces astronomes trouvent que les sai-
estivales de l'hémisphère boréal de la planète ren-
:nt en nombres ronds 372 jours, et que les saisons
nales contiennent 296 jours.

s mêmes résultats s'appliquent aux saisons de l'hé-
ıère sud, en remplaçant seulement le mot estivales
e mot hivernales et réciproquement.

tte inégale durée entre les saisons froides et les sai-

.es jours dont il est question ici expriment le temps que l
e Mars emploie à exécuter son mouvement de rotation si
ême.

sons chaudes n'empêche pas, comme je le montrerai en m'appuyant sur un théorème de Lambert dans la théorie des saisons terrestres, que les deux hémisphères de Mars ne doivent jouir de la même température moyenne.

Quant aux extrêmes de ces températures, ils peuvent être très-dissemblables si l'on compare un hémisphère à l'hémisphère opposé.

Ainsi, au solstice d'été de l'hémisphère sud de Mars, cette planète est actuellement à sa moindre distance au Soleil et par conséquent reçoit alors de cet astre le maximum de chaleur qu'il puisse jamais lui communiquer. Cette chaleur sera à son minimum au solstice d'hiver.

Il résulte de là que si la matière qui produit la tache blanche du pôle austral de Mars jouit des propriétés analogues à celle de nos neiges, cette tache doit varier considérablement plus que la tache blanche du pôle boréal.

MM. Mædler et Beer disent que cette conséquence est confirmée par leurs observations.

## CHAPITRE VII

### COULEUR DE MARS

Mars portait chez les Hébreux un nom qui signifiait *embrasé*. Chez les Grecs Mars, qui s'appelait aussi Hercule, avait pour épithète habituelle πυρόεις, qui signifie *incandescent*. Chez les Indiens, d'après M. Bopp, Mars était appelé Angaraka (de angara, *charbon ardent*) et se nommait encore lohitânga, *le corps rouge*, de lohita *rouge*, et de anga *corps*.

rsque les Grecs et les Romains voulaient parler étoile rougeâtre, ils prenaient toujours cette pla- pour terme de comparaison. Aujourd'hui même, est l'astre du firmament qui présente la plus forte ıtion en rouge. Deux à trois mille ans paraissent ne ıvoir altéré le caractère particulier de la lumière nous réfléchit et qui semble tenir à la nature de la re dont certaines régions de la planète sont formées. elques astronomes, physiciens et géologues, ont à cette occasion de terrains ocreux, de grès , etc., sur lesquels la lumière solaire serait réflé- Lambert, pour expliquer le même phénomène, sup- que dans cette planète tous les produits de la ation sont rouges; d'autres, se rappelant qu'au levant ou au Soleil couchant les objets terrestres quelquefois rougeâtres, ont voulu voir dans la colo- de Mars le résultat des modifications imprimées ayons de lumière par l'atmosphère dont la planète entourée.

is cette explication ne saurait être admise. En la ısant exacte, c'est sur les bords et dans les régions es que la coloration devrait atteindre son maximum. st précisément le contraire qu'on observe.

a remarqué que la couleur rouge de Mars paraît coup plus intense à l'œil nu que dans une lunette: errogeant mes souvenirs, il me semble qu'avec es la teinte s'affaiblit notablement quand le gr ıt s'accroît.

cette observation est exacte, elle servirait à le fait principal, sans préjudice de l'influence

peuvent exercer sur l'appréciation de la couleur moyenne, les taches comparativement blanchâtres qui, vues avec des instruments d'optique, viennent occuper des places distinctes entre les portions colorées de la planète.

## CHAPITRE VIII

### SUR L'ATMOSPHÈRE DE MARS

Les taches permanentes de Mars ne sont jamais visibles jusqu'au bord de la planète; ce bord paraît lumineux. Ces deux faits ont conduit à la conséquence que Mars est entouré d'une atmosphère. La prédominance d'éclat du bord oriental et du bord occidental, a paru telle à quelques observateurs, qu'ils ont comparé ces deux bords à deux ménisques étroits et resplendissants entre lesquels serait renfermé le reste du disque comparativement obscur.

Herschel n'aperçut dans les étoiles qui s'approchent de Mars aucun des changements extraordinaires d'intensité annoncés jadis par J.-D. Cassini. Cependant il croyait que la planète avait une atmosphère considérable. Des changements sensibles observés sur diverses bandes, au milieu des taches permanentes, ne lui semblaient pouvoir dépendre que de cette cause.

Nous avons parlé en détail des changements qui s'opèrent dans les taches polaires; ces changements sont réels et évidents. Il en est d'autres beaucoup plus difficiles à apercevoir et à constater. Ces changements, déjà remarqués par Maraldi et qui tiendraient à une diaphanéité plus

oins grande de l'atmosphère de Mars, sont signalés MM. Mædler et Beer à peu près en ces termes :

Les taches permanentes de Mars se montrent tran-s, vives et nettes pendant l'été de l'hémisphère où sont placées. L'hiver de cet hémisphère arrive-t-il, aches deviennent vagues, confuses et faibles. »

insi, des diaphanéités relatives d'une atmosphère ale et d'une atmosphère hivernale, deviendraient ibles vues de la Terre.

uelques observateurs ont remarqué que les taches bres présentent une légère teinte verdâtre, mais cette eur n'a rien de réel. Elle est un phénomène de con-e, ainsi que cela se voit toutes les fois qu'un objet c et faible est placé à côté d'un autre objet fortement iré en rouge.

a disparition des taches permanentes de Mars près bords de son disque, considérée comme un effet et me une preuve de l'existence d'une atmosphère dont lanète serait entourée, mérite d'être développée ici, elle trouvera son application lorsque nous nous occu-ns de Jupiter et de Saturne.

ans entrer dans le détail des principes de photométrie pourraient trouver une application dans l'examen el, nous pouvons regarder comme un résultat d'ob-ation que, lorsque la lumière solaire éclaire libre-t la partie matérielle d'un corps sphérique et rabo-, le bord et le centre de son disque apparent vus de , ont à peu près la même intensité. Ce fait, nous le s de l'observation de la Lune dans son plein.

'égalité en question n'aurait plus lieu si les rayons

qui vont éclairer les bords et le centre de l'astre n'avaient pas le même éclat.

Les rayons solaires qui illuminent les bords de l'astre sont-ils plus faibles que les rayons qui frappent le centre, les bords paraîtront moins éclairés que le centre.

Or, si Mars est entouré d'une atmosphère imparfaitement diaphane, les rayons qui vont atteindre le bord de la planète doivent être plus faibles que les rayons aboutissant au centre, puisqu'ils ont eu à traverser une plus grande étendue de couches atmosphériques ; donc par cette raison et même sans tenir compte de l'affaiblissement que la lumière éprouve en traversant une seconde fois les deux régions atmosphériques dont il vient d'être question, la partie solide ou liquide des régions voisines du bord doit être plus sombre que la partie solide ou liquide des régions centrales.

Il est une seconde cause qui, sans changer le résultat, peut en modifier notablement les conséquences optiques. En effet, dans la direction de chaque point matériel de la planète, on doit voir à la fois la lumière renvoyée par ce point et celle qui nous est réfléchie dans la même direction par les parties correspondantes et interposées de l'atmosphère planétaire. Cette seconde lumière est évidemment d'autant plus intense que l'atmosphère a plus de profondeur ; on conçoit donc que, près du bord, la lumière atmosphérique en s'ajoutant par portions égales à la lumière d'une tache et à celle de portions voisines plus éclatantes, les rend à peu près égales, d'après ce principe que deux lumières paraissent avoir le même éclat lorsque leur différence n'est que de 1/60e.

upposons, par exemple, qu'une tache et la portion sinante aient entre elles des intensités représentées 30 et 31 ; supposons qu'on ajoute à chacune des deux ies des lumières représentées par 30, les intensités nitives deviendront 60 et 61. Avant l'addition, la e était très-différente des parties qui l'entourent; ès, la différence est insensible.

Des considérations de ce même genre, combinées avec iques mesures photométriques des parties obscures et parties lumineuses faites près du centre et à diffé- es distances du bord, conduiront à des conséquences semblaient devoir nous rester à jamais cachées sur propriétés optiques de l'atmosphère de Mars.

# LIVRE XXV

## PETITES PLANÈTES COMPRISES ENTRE MARS ET JUPITER

---

## CHAPITRE PREMIER

### DÉCOUVERTE DES PETITES PLANÈTES — LOI DE TITIUS

Nous allons maintenant passer en revue la fourmilière de petites planètes qu'on a récemment découvertes entre Mars et Jupiter.

Les érudits ont cherché si quelque ancien astronome n'avait pas rêvé, ou, si on l'aime mieux, n'avait pas deviné leur existence. Artémidore d'Éphèse sera, si l'on veut, ce devin, car il soutenait, un siècle avant Jésus-Christ, que le nombre des planètes est infini; que la faiblesse de notre vue, que l'immensité de leur distance étaient les seules causes qui nous empêchaient de les apercevoir.

Démocrite n'allait pas aussi loin qu'Artémidore; ce philosophe se contentait de dire, selon ce que Sénèque rapporte, qu'il y a beaucoup plus de planètes que nous n'en voyons.

Kant, à son tour, expliquait pourquoi il n'en existait pas entre Mars et Jupiter. A l'origine des choses, Jupiter avait attiré à lui toute la matière qui devait engendrer la planète intermédiaire. Mars était très-petit et

quait de satellite par une raison analogue : une por-
de son contingent lui avait été enlevé par la planète
sale.

tius était entré dans un autre ordre d'idées, il avait
:hé si les distances des planètes au Soleil ne se suc-
ient pas suivant quelque loi régulière. Après bien
essais, il imagina d'écrire la série suivante, dans
elle, à partir du troisième terme, chaque nombre est
uble du précédent.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 3 | 6 | 12 | 24 | 48 | 96 | 192 |

outant ensuite le nombre 4 à chacun des huit termes,
s obtint la série nouvelle :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 7 | 10 | 16 | 28 | 52 | 100 | 196 |
| ☿ | ♀ | ♁ | ♂ | | ♃ | ♄ | ♅ |

ns cette série :

4 étant, je suppose, la distance de Mercure au Soleil;
7 devenait celle de Vénus ;
0 la distance de la Terre ;
6 la distance de Mars ;
8 ne correspondait à rien, c'était une lacune ;
2 était la distance de Jupiter ;
0 celle de Saturne.

s véritables distances moyennes des planètes au
sont, en effet, ainsi que nous l'avons déjà dit
XVI, chap. VI, t. II, p. 221), les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mercure | ☿ | ..... | 0.387098 |
| Vénus | ♀ | ..... | 9.723331 |
| La Terre | ♁ | ..... | 1.000000 |
| Mars | ♂ | ..... | 1.523691 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jupiter | ♃ | ..... | 5.202798 |
| Saturne | ♄ | ..... | 9.538852 |
| Uranus | ♅ | ..... | 19.182730 |
| Neptune | ♆ | ..... | 30.036280 |

Il est remarquable que 196 représente à peu près la distance d'Uranus, planète que Titius ne connaissait pas.

Mais la loi de Titius ne donne pas la distance moyenne de Neptune au Soleil, car $192 \times 2 + 4$ est égal à 388, nombre très-différent de 300.

Généralement on attribue les remarques sur l'ordre des distances moyennes des planètes au Soleil, à Bode, directeur de l'Observatoire de Berlin, qui s'en est beaucoup occupé; mais suivant ce qu'il dit lui-même dans ses Mémoires, la loi qu'on a pris l'habitude d'appeler la loi de Bode, doit être nommée la loi de Titius. Cette prétendue loi a été indiquée pour la première fois dans une traduction allemande de la *Contemplation de la nature* de Bonnet, publiée à Wittenberg par le professeur Titius.

Quoi qu'il en soit, la lacune qui existe entre Mars et Jupiter dans la loi de Titius, semblait indiquer qu'une ou plusieurs planètes inconnues devaient circuler autour du Soleil à la distance 28. La conjecture s'est complétement vérifiée. C'est vers les régions situées à la distance 28, celle de la Terre au même astre étant 10, que sont venues se placer les petites planètes découvertes depuis le commencement de ce siècle.

A peine les quatre premières de ces planètes furent-elles découvertes, qu'Herschel s'empressa de les ob-

r avec son scrupule et son assiduité ordinaires. Il a leurs orbites, leur grandeur, leur constitution que.

:rschel conclut de ses recherches que les astres situés Mars et Jupiter ne méritaient, ni à cause de leur ne, ni par d'autres raisons, de porter le nom de tes. Il proposa de les appeler des *Astéroïdes*. Un ·ien de la Société royale (le docteur Thomson) cri- cette dénomination avec amertume ; il alla jusqu'à ɔser que le savant astronome « avait voulu enlever ɔremiers observateurs de ces corps toute idée de se r aussi haut que lui-même (Herschel) dans la liste découvreurs astronomiques. » Je n'aurai vraiment n, pour réduire au néant une semblable imputation, de la rapprocher du passage suivant, extrait d'un ɔire du célèbre astronome, publié dans les *Trans- ıs philosophiques*, année 1805 : « La différence fique qui existe entre les planètes et les astéroïdes ujourd'hui pleinement établie. Cette circonstance, mon opinion, a plus ajouté à la beauté (ornement) ɔtre système, que la découverte d'une nouvelle pla- n'aurait pu le faire. »

ɔus allons maintenant nommer les nouvelles pla- , faire connaître l'observateur à qui l'on doit leur ıverte, indiquer exactement la date des premières ·vations dont elles ont été l'objet, rapporter leurs ɜnts elliptiques, et, lorsqu'il y aura lieu, ce qu'on découvrir du volume et de la constitution physique ɜs petits astres.

## CHAPITRE II

### CÉRÈS

Cérès, représentée par les signes ⚳ ou ①, a été découverte par Piazzi, à Palerme, le 1er janvier 1801.

Le plan de son orbite est incliné de 10° 36′ 28″ sur celui de l'écliptique. Cette orbite est parcourue en 1680j.75. Le mouvement moyen diurne est 771″.084.

La distance moyenne au Soleil ou le demi-grand axe de l'orbite est de 2.767, la distance moyenne de la Terre au Soleil étant 1 ; la distance de l'aphélie est de 2.988 et celle du périhélie de 2.546 ; l'excentricité est égale à 0.0795.

La longitude du périhélie est de 149° 25′ 39″ ; celle du nœud ascendant de 80° 48′ 25″ ; celle de l'époque (15 février 1857) de 149° 25′ 39″.

Cérès a l'aspect d'une étoile de huitième grandeur ; sa couleur est un peu rougeâtre. Son diamètre réel, suivant Herschel, est de 65 lieues de 4 kilomètres chacune. Suivant Schrœter, ce diamètre serait de 185 lieues.

Pour qu'on ne s'étonne pas de voir de si grandes différences entre les dimensions absolues attribuées par les deux astronomes à la planète, je ferai remarquer que ces dimensions ont été déduites d'observations faites avec ce qu'on appelait des micromètres de projection, instruments très-défectueux à plusieurs égards, comme je l'ai démontré (liv. XIV, chap. II, t. II, p. 48).

Schrœter a cru apercevoir autour de la planète des traces évidentes d'une atmosphère épaisse et très-éten-

qui donnerait lieu à des changements considérables la clarté de l'astre.

## CHAPITRE III

### PALLAS

a planète Pallas, qu'on représente par les signes u ②, a été découverte par Olbers, à Brême, le nars 1802.

'inclinaison du plan de son orbite sur le plan de iptique est très-considérable; elle s'élève à 34° 42′ La durée de sa révolution sidérale est de 1,683j.52, on mouvement moyen diurne de 769″.81.

a distance moyenne au Soleil, ou le demi-grand axe 'orbite est de 2.770; la distance du périhélie est de 7, et celle de l'aphélie de 3.433.

'excentricité est très-forte; elle s'élève à 0.239.

a longitude du périhélie est de 122° 5′ 27″; celle nœud ascendant, de 172° 38′ 28″. La longitude enne de l'époque (22 janvier 1857) est de 119° 18′ 3″. orsque Pallas est près de son opposition, elle brille me une étoile de septième grandeur, d'une belle eur jaune.

ette planète est entourée d'une nébulosité qui n'est aussi fortement marquée que pour Cérès.

erschel a trouvé pour diamètre réel de Pallas, ieues. Schrœter a obtenu pour ce même diamètre lieues, et M. Lamont 246. Je ferai, au sujet des des différences que présentent ces déterminations, ême remarque que pour celles relatives à Cérès.

## CHAPITRE IV

### JUNON

Harding a découvert Junon à Lilienthal, le 1er septembre 1804; les astronomes représentent cette planète par les signes ♧ ou ③.

L'inclinaison du plan de l'orbite de cette planète sur le plan de l'écliptique est de 13° 3′ 21″. Cette orbite est parcourue en 1,592j.30, et le moyen mouvement diurne de la planète est de 813″.91.

La distance moyenne au Soleil est de 2.669; la distance du périhélie, de 1.985, et celle de l'aphélie, de 3.353.

Junon a, comme Pallas, une très-grande excentricité, qui s'élève à 0.256.

La longitude du périhélie est de 54° 9′ 41″; celle du nœud ascendant, de 170° 57′ 46″; celle de l'époque (7 août 1856), de 342° 0′ 35″.

Junon paraît briller de l'éclat d'une étoile de huitième grandeur; elle a une couleur rougeâtre.

Elle paraît avoir une atmosphère très-dense, mais sans nébulosité.

Suivant Schrœter, elle présenterait des variations d'intensité très-grandes et très-rapides, ce qui a conduit à supposer que cette planète n'est pas ronde.

En 1804, Herschel s'appliqua avec une grande assiduité à la détermination du diamètre angulaire de Junon. Ses mesures immédiates se trouvèrent toujours comprises entre 2 et 3 dixièmes de seconde, ce qui correspond à près de 1″ pour le diamètre angulaire de la planète sup-

e à la distance moyenne de la Terre au Soleil, tandis les diamètres de Cérès et de Pallas, à cette même nce moyenne, ne seraient, d'après le même astro- e, que de 0″.35 et 0″.24. Pour quelle part un épa- ssement factice de l'image, provenant de l'œil et du cope, entrait-il dans les résultats obtenus ? c'est ce ne fut nullement décidé. D'après les mesures faites M. Mædler avec le réfracteur de Dorpat, le diamètre de Junon serait de 146 lieues de 4 kilomètres chacune.

## CHAPITRE V

### VESTA

a planète Vesta a été découverte par Olbers, à ne, le 29 mars 1807. Les astronomes la représentent les signes ♨ ou ④.

e plan de son orbite est incliné de 7° 8′ 16″ sur celui écliptique.

a durée de sa révolution sidérale est de 1,324j.77, et moyen mouvement diurne, de 978″.28.

a distance moyenne au Soleil est de 2.361 ; celle du hélie, de 2.149 ; celle de l'aphélie, de 2.574. L'ex- ricité est représentée par 0.090.

a longitude du périhélie est de 250° 46′ 29″ ; celle nœud ascendant, de 103° 22′ 5″ ; celle de l'époque décembre 1856), de 84° 44′ 29″.

emblable à une étoile de cinquième à sixième gran- , Vesta est visible à l'œil nu quand le ciel est serein. œter l'a ainsi aperçue plusieurs fois. Sa lumière est

plus intense, plus pure, plus blanche que celle de Cérès, Pallas et Junon. M. Hind dit que la lumière de Vesta est d'un jaune pâle.

On ne voit autour de la planète aucune apparence de nébulosité, aucun indice appréciable d'une atmosphère.

Le diamètre angulaire fut trouvé par Schrœter de 0″.488; mais ne connaissant pas la distance à laquelle se rapporte cette mesure, je ne puis la réduire en lieues kilométriques; d'après M. Mædler, le diamètre réel est de 122 lieues.

En mai 1807, environ deux mois après l'opposition, Herschel trouva que le diamètre de Vesta, qui se montrait dans le télescope entièrement dégagée de toute apparence nébuleuse ou atmosphérique, n'était que la dixième partie de celui d'Uranus.

## CHAPITRE VI

### ASTRÉE

Après une période de 38 ans, qui s'est écoulée sans qu'on trouve aucune nouvelle petite planète, M. Hencke a découvert Astrée à Driesen, le 8 décembre 1845. Cette planète est représentée par les signes ♎ ou ⑤.

L'orbite d'Astrée est inclinée de 5° 19′ 23″ sur l'écliptique ; elle est parcourue en 1,511j.37 d'un mouvement moyen diurne égal à 857″.50.

Le demi-grand axe de l'orbite est de 2.576 ; l'excentricité, de 0.189 ; la distance du périhélie, de 2.087, et celle de l'aphélie, de 3.066.

La longitude moyenne de l'époque (29 avril 1851)

de 197° 37′ 33″ ; celle du périhélie, de [illegible] 32′ 32″, celle du nœud ascendant, de 141° 27′ 48″.

Dans les circonstances les plus favorables, lorsque la nète est à la fois en opposition et au périhélie, elle est eine supérieure à une étoile de neuvième grandeur, on M. Hind.

## CHAPITRE VII

### HÉBÉ

M. Hencke a découvert Hébé à Driesen, le 1er juillet 17. On représente cette planète par les signes ♈ ⑥. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 14° 46′ 37″ |
| Durée sidérale de la révolution..... | 1379j.61 |
| Mouvement moyen diurne..... | 939″.38 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.202 |
| Demi-grand axe..... | 2.425 |
| Distance du périhélie..... | 1.935 |
| Distance de l'aphélie..... | 2.915 |
| Longitude moyenne de l'époque (13 juillet 1852). | 47° 26′ 23″ |
| Longitude du périhélie..... | 15 15 [illegible] |
| Longitude du nœud ascendant..... | 138 31 [illegible] |

Au moment de sa découverte, cette planète, suivant Hind, était un peu plus faible qu'une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE VIII

### IRIS

Iris, représentée par les signes ♎ ou ⑦, a été découverte par M. Hind, à Londres, le 13 août 1847. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 5° 28′ 16″ |
| Durée de la révolution sidérale..... | 1345j.60 |
| Mouvement moyen diurne..... | 963″.14 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.232 |
| Demi-grand axe..... | 2.385 |
| Distance du périhélie..... | 1.831 |
| Distance de l'aphélie..... | 2.929 |
| Longitude moyenne de l'époque (8 juin 1852).. | 85° 46′ 6″ |
| Longitude du périhélie..... | 41 20 22 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 259 44 5 |

Iris a l'éclat d'une étoile de huitième grandeur. Plusieurs observateurs ont remarqué des variations notables dans la lumière de cette planète, qui ne peuvent être attribuées ni à des changements de distance à la Terre et au Soleil, ni à des accidents atmosphériques. On a supposé qu'elle n'était pas ronde et que, pendant son mouvement de rotation, elle se présentait à la Terre tantôt par une large face, et tantôt, pour ainsi dire, par une pointe.

## CHAPITRE IX

### FLORE

Comme Iris, la planète Flore a été découverte par M. Hind à Londres; c'est le 18 octobre 1847 que cet astronome l'a vue pour la première fois. On la représente par les signes ♩ ou ⑧. Ses éléments sont les suivants:

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 5° 53′ 3″ |
| Durée de la révolution sidérale..... | 1193j.28 |
| Mouvement moyen diurne..... | 1086″.08 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.157 |
| Demi-grand axe..... | 2.201 |
| Distance du périhélie..... | 1.856 |
| Distance de l'aphélie..... | 2.546 |

| | |
|---|---|
| Longitude moyenne de l'époque (24 mars 1852). | [illegible] 5" |
| Longitude du périhélie..... | 32 40 45 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 110 20 53 |

C'est la planète qui a parmi les astéroïdes la plus ite distance moyenne au Soleil (demi-grand axe). Semblable à une étoile de huitième à neuvième grandeur, cette planète, suivant M. Hind, est quelquefois geâtre, mais sans aucune apparence nébuleuse.

## CHAPITRE X

### MÉTIS

Métis représentée par les signes ♎ ou ⑨ a été découte à Markree-Castle, par M. Graham, le 25 avril 18. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique... | 5°35'55" |
| Durée de la révolution sidérale..... | 1340.96 |
| Mouvement diurne moyen..... | 962".18 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.123 |
| Demi-grand axe..... | 2.387 |
| Distance du périhélie..... | 2.093 |
| Distance de l'aphélie..... | 2.681 |
| Longitude moyenne de l'époque (4 juin 1852).. | 255°13'26" |
| Longitude du périhélie..... | 71 33 11 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 68 28 58 |

Métis a, suivant M. Hind, l'éclat d'une étoile de ième grandeur ; un bon télescope est nécessaire pour bien voir.

## CHAPITRE XI

### HYGIE

Hygie a été observée à Naples pour la première fois M. de Gasparis le 14 avril 1849.

Le nombre de petites planètes successivement trouvées entre Mars et Jupiter prenant un accroissement imprévu, les astronomes tombent d'accord pour adopter pour signe représentatif unique de chacune d'elles le numéro d'ordre de leur découverte placé dans un petit cercle. Hygie est en conséquence figurée par le signe ⑩.

Les éléments de cette planète, qui est l'une des plus éloignées du Soleil, sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 3° 47′ 11″ |
| Durée de la révolution sidérale..... | 2049ʲ.03 |
| Mouvement diurne moyen..... | 632″.80 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.216 |
| Demi-grand axe..... | 3.156 |
| Distance du périhélie..... | 2.833 |
| Distance de l'aphélie..... | 3.837 |
| Longitude moyenne de l'époque (28 sept. 1851). | 356° 45′ 31″ |
| Longitude du périhélie..... | 93 51 7 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 31 25 23 |

Suivant M. Hind, cette planète, par son éclat et par toutes ses apparences, pourrait être rangée parmi les étoiles de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XII

### PARTHÉNOPE

Parthénope, représentée par le signe ⑪, a encore été découverte à Naples par M. de Gasparis qui l'a observée pour la première fois le 11 mai 1850. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 4° 37′ 1″ |
| Durée de la révolution sidérale..... | 1402ʲ.11 |
| Mouvement diurne moyen..... | 924″.32 |

| | |
|---|---|
| Excentricité de l'orbite | 0.0996 |
| Demi-grand axe | 2.452 |
| Distance du périhélie | 2.208 |
| Distance de l'aphélie | 2.696 |
| Longitude moyenne de l'époque (10 nov. 1855) | 37° 27′ 9″ |
| Longitude du périhélie | 316 3 7 |
| Longitude du nœud ascendant | 125 1 1 |

Parthénope ressemble à une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XIII

### VICTORIA

Victoria, qu'on a aussi proposé de nommer Clio et qui est représentée par le signe ⑫, a été découverte à Londres par M. Hind le 13 septembre 1850.

Les éléments de cette planète sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 8° 23′ 7″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1303j.25 |
| Mouvement diurne moyen | 994″.43 |
| Excentricité de l'orbite | 0.218 |
| Demi-grand axe | 2.335 |
| Distance du périhélie | 1.825 |
| Distance de l'aphélie | 2.844 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er janv. 1851) | 7° 42′ 5″ |
| Longitude du périhélie | 301 55 18 |
| Longitude du nœud ascendant | 235 29 31 |

Suivant M. Hind, dans son maximum d'éclat, cette planète ressemble à une étoile de neuvième grandeur et elle est d'une couleur bleue.

Un observateur américain, M. Ferguson, dit s'être assuré, en mars 1851, qu'il y a des variations d'intensité dans la lumière de la planète Victoria ; ce qui rend la remarque de l'astronome américain digne de quelque

attention, c'est que la planète était tantôt moins, tantôt plus facile à observer qu'une très-petite étoile placée dans son voisinage; ainsi, les observations de M. Ferguson impliquent en quelque sorte une mesure photométrique.

## CHAPITRE XIV

### ÉGÉRIE

La planète Égérie, représentée par le signe ⑬, a été découverte à Naples par M. de Gasparis le 2 novembre 1850. Ses éléments sont les suivants:

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 16° 32′ 14″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1510j.89 |
| Mouvement diurne moyen | 857″.77 |
| Excentricité de l'orbite | 0.089 |
| Demi-grand axe | 2.576 |
| Distance du périhélie | 2.351 |
| Distance de l'aphélie | 2.801 |
| Longitude moyenne de l'époque (19 février 1856) | 144° 56′ 37″ |
| Longitude du périhélie | 119 45 7 |
| Longitude du nœud ascendant | 43 17 34 |

Cette planète ne surpasse pas en clarté celle d'une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XV

### IRÈNE

Irène, représentée par le signe ⑭, a été découverte par M. Hind, à Londres, le 19 mai 1851 ; elle a pour éléments:

| | |
|---|---|
| nclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 9° 6' 44" |
| )urée de la révolution sidérale | 1518j.29 |
| Iouvement diurne moyen | 858".59 |
| :xcentricité de l'orbite | 0.168 |
| )emi-grand axe | 2.585 |
| )istance du périhélie | 2.149 |
| )istance de l'aphélie | 3.021 |
| ,ongitude moyenne de l'époque (11 mai 1851) | 222°. 1' 50" |
| ,ongitude du périhélie | 178 51 11 |
| ,ongitude du nœud ascendant | 86 49 1 |

emblable à une étoile de huitième à neuvième grandeur, cette planète paraît entourée d'une légère nébulosité, suivant M. Hind.

## CHAPITRE XVI

### EUNOMIA

,a planète Eunomia, représentée par le signe ⑮, a découverte à Naples par M. de Gasparis, le 19 juillet 1. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| nclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 11° 43' 56" |
| )urée de la révolution sidérale | 1576j.40 |
| Iouvement diurne moyen | 822".07 |
| :xcentricité de l'orbite | 0.189 |
| )emi-grand axe | 2.651 |
| )istance du périhélie | 2.150 |
| )istance de l'aphélie | 3.152 |
| ,ongitude moyenne de l'époque (13 oct. 1852) | 47° 43' 44" |
| ,ongitude du périhélie | 27 13 24 |
| ,ongitude du nœud ascendant | 293 53 19 |

elon M. Hind, cette planète ressemble à une étoile de vième grandeur.

## CHAPITRE XVII

### PSYCHÉ

Psyché, représentée par le signe ⑯, a encore été découverte à Naples par M. de Gasparis, le 17 mars 1852. Elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 3° 4′ 9″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1825j.20 |
| Mouvement diurne moyen | 710″.06 |
| Excentricité de l'orbite | 0.135 |
| Demi-grand axe | 2.923 |
| Distance du périhélie | 2.530 |
| Distance de l'aphélie | 3.316 |
| Longitude moyenne de l'époque (26 nov. 1855) | 51° 32′ 36″ |
| Longitude du périhélie | 12 37 23 |
| Longitude du nœud ascendant | 150 29 44 |

Elle a l'éclat d'une étoile de dixième grandeur.

## CHAPITRE XVIII

### THÉTIS

Thétis a été découverte par M. Luther, à Bilk, près de Dusseldorf, le 17 avril 1852; elle est représentée par le signe ⑰; ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 5° 35′ 28″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1420j.13 |
| Mouvement diurne moyen | 912″.59 |
| Excentricité de l'orbite | 0.127 |
| Demi-grand axe | 2.473 |
| Distance du périhélie | 2.157 |
| Distance de l'aphélie | 2.790 |

| | |
|---|---|
| gitude moyenne de l'époque (21 avril 1856).. | 214° 30' 48" |
| gitude du périhélie..... | 259 22 44 |
| gitude du nœud ascendant..... | 125 25 55 |

te planète brille comme une étoile de neuvième à ıe grandeur.

## CHAPITRE XIX

### MELPOMÈNE

pomène représentée par le signe ⑱ a été découà Londres par M. Hind, le 24 juin 1852. Ses nts sont les suivants :

| | |
|---|---|
| linaison du plan de l'orbite sur le plan de écliptique..... | 10° 9' 2" |
| ée de la révolution sidérale..... | 1270.58 |
| ıvement diurne moyen..... | 1020".04 |
| entricité de l'orbite..... | 0.217 |
| ni-grand axe..... | 2.296 |
| ance du périhélie..... | 1.797 |
| ance de l'aphélie..... | 2.793 |
| gitude moyenne de l'époque (1er janvier 1853) | 351° 42' 22" |
| ıgitude du périhélie..... | 15 13 59 |
| ıgitude du nœud ascendant..... | 150 0 56 |

clat de cette planète varie entre celui d'une étoile itième et celui d'une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XX

### FORTUNA

tuna représentée par le signe ⑲ a encore été verte à Londres par M. Hind; cet astronome l'a vée pour la première fois le 22 août 1852. Ses nts sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 1°33′18″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1397j.19 |
| Mouvement diurne moyen | 927″.57 |
| Excentricité de l'orbite | 0.156 |
| Demi-grand axe | 2.446 |
| Distance du périhélie | 2.064 |
| Distance de l'aphélie | 2.828 |
| Longitude moyenne de l'époque (23 sept. 1852) | 355° 4′21″ |
| Longitude du périhélie | 31 16 13 |
| Longitude du nœud ascendant | 211 0 9 |

L'éclat de cette planète est celui d'une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XXI

### MASSALIA

Cette planète représentée par le signe ⑳ a été vue à Naples par M. de Gasparis le 19 septembre 1852, et à Marseille par M. Chacornac le lendemain 20 septembre. C'est de toutes les planètes connues celle qui se meut dans l'ellipse la moins inclinée par rapport à l'écliptique. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 0°41′10″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1365j.87 |
| Mouvement diurne moyen | 948″.85 |
| Excentricité de l'orbite | 0.144 |
| Demi-grand axe | 2.409 |
| Distance du périhélie | 2.063 |
| Distance de l'aphélie | 2.755 |
| Longitude moyenne de l'époque (4 nov. 1856) | 54°46′29″ |
| Longitude du périhélie | 98 16 30 |
| Longitude du nœud ascendant | 206 36 24 |

Massalia ressemble à une étoile de neuvième à dixième grandeur.

## CHAPITRE XXII

### LUTETIA

.a planète Lutetia a été découverte à Paris, le 15 no-
ıbre 1852, par M. Hermann Goldschmidt, peintre
:storie; elle a pour signe représentatif (21). Ses élé-
ıts sont les suivants:

| | |
|---|---|
| nclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 3° 5' 22" |
| )urée de la révolution sidérale..... | 1307j.14 |
| Mouvement diurne moyen..... | 934".29 |
| :xcentricité de l'orbite..... | 0.162 |
| )emi-grand axe ..... | 2.434 |
| )istance du périhélie..... | 2.040 |
| )istance de l'aphélie..... | 2.828 |
| .ongitude moyenne de l'époque (23 nov. 1856). | 50° 25' 54" |
| .ongitude du périhélie..... | 326 32 46 |
| .ongitude du nœud ascendant..... | 80 29 6 |

:ette planète ressemble à une étoile de dixième
ndeur.

## CHAPITRE XXIII

### CALLIOPE

:alliope représentée par le signe (22) a été découverte
M. Hind, à Londres, le 16 novembre 1852. Elle a
r éléments:

| | |
|---|---|
| nclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique..... | 13° 44' 52" |
| )urée de la révolution sidérale..... | 1812j.82 |
| Mouvement diurne moyen..... | 714".91 |
| :xcentricité de l'orbite..... | 0.104 |
| )emi-grand axe..... | 2.908 |
| )istance du périhélie..... | 2.606 |
| )istance de l'aphélie..... | 3.211 |

| | |
|---|---|
| Longitude moyenne de l'époque (1er janv. 1853). | 77° 0′ 10″ |
| Longitude du périhélie | 58 12 39 |
| Longitude du nœud ascendant | 66 36 56 |

Cette planète a l'éclat d'une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XXIV

### THALIE

C'est encore à M. Hind qu'on doit la découverte de Thalie, représentée par le signe ㉓; il l'a observée pour la première fois, à Londres, le 15 décembre 1852. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 10° 13′ 59″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1554.21 |
| Mouvement diurne moyen | 833″.86 |
| Excentricité de l'orbite | 0.236 |
| Demi-grand axe | 2.626 |
| Distance du périhélie | 2.008 |
| Distance de l'aphélie | 3.244 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er janv. 1853). | 89° 5′ 29″ |
| Longitude du périhélie | 123 11 57 |
| Longitude du nœud ascendant | 67 55 4 |

Cette planète ressemble à une étoile de dixième grandeur.

## CHAPITRE XXV

### PHOCEA

Phocea, représentée par le signe ㉔, a été découverte à Marseille le 6 avril 1853, par M. Chacornac. Elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| nclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 21° 42' 30" |
| )urée de la révolution sidérale | 1356j.28 |
| Iouvement diurne moyen | 959".80 |
| :xcentricité de l'orbite | 0.246 |
| )emi-grand axe | 2.290 |
| )istance du périhélie | 1.862 |
| )istance de l'aphélie | 2.978 |
| ongitude moyenne de l'époque (12 juin 1853) | 259° 43' 25" |
| ongitude du périhélie | 302 35 31 |
| ongitude du nœud ascendant | 214 6 7 |

.'éclat de cette planète varie entre celui d'une étoile neuvième et celui d'une étoile de douzième grandeur.

## CHAPITRE XXVI

### THÉMIS

Thémis, représentée par le signe ⑮, a été découverte le 6 avril 1853; c'est à Naples qu'elle a été ervée pour la première fois par M. de Gasparis. Ses nents sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 0° 49' 26" |
| Durée de la révolution sidérale | 2033j.84 |
| Mouvement diurne moyen | 637".22 |
| Excentricité de l'orbite | 0.123 |
| Demi-grand axe | 3.141 |
| Distance du périhélie | 2.757 |
| Distance de l'aphélie | 3.525 |
| Longitude moyenne de l'époque (4 mai 1853) | 171° 46' 1" |
| Longitude du périhélie | 134 20 19 |
| Longitude du nœud ascendant | 35 49 29 |

Cette planète ressemble à une étoile de onzième ızième grandeur.

## CHAPITRE XXVII

### PROSERPINE

La planète Proserpine, représentée par le signe ㉖, a été découverte par M. Luther, à Bilk, le 5 mai 1853. Elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 3°35′47″ |
| Durée de la révolution sidérale..... | 1580j.51 |
| Mouvement diurne moyen..... | 819″.99 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.087 |
| Demi-grand axe..... | 2.655 |
| Distance du périhélie..... | 2.422 |
| Distance de l'aphélie..... | 2.888 |
| Longitude moyenne de l'époque (11 juin 1853).. | 227° 30′ 4″ |
| Longitude du périhélie..... | 236 20 38 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 45 54 43 |

Proserpine a l'éclat d'une étoile de dixième grandeur.

## CHAPITRE XXVIII [1]

### EUTERPE

La planète Euterpe, représentée par le signe ㉗, a été découverte à Londres, par M. Hind, le 8 novembre 1853. Ses éléments sont les suivants :

1. En suivant exactement le plan tracé par M. Arago, nous avons cru devoir donner ici l'histoire des petites planètes découvertes depuis la mort de l'illustre astronome jusqu'au jour (mars 1857) où ces feuilles s'impriment. Le lecteur pourra à l'avenir ajouter, sur le même plan, les détails relatifs aux petites planètes qui seront encore découvertes. Les éléments que nous avons pris sont ceux donnés par M. Laugier ou par M. Bruhns.

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 1° 35′ 30″ |
| Durée de la révolution sidérale..... | 1313j.74 |
| Mouvement diurne moyen..... | 986″.50 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.174 |
| Demi-grand axe..... | 2.347 |
| Distance du périhélie..... | 1.939 |
| Distance de l'aphélie..... | 2.755 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er janv. 1854). | 74° 53′ 3″ |
| Longitude du périhélie..... | 88 2 13 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 93 42 4 |

Cette planète ressemble à une étoile de dixième grandeur.

## CHAPITRE XXIX

### BELLONE

Bellone, représentée par le signe (28), a été découverte Silk, par M. Luther, le 1er mars 1854. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique.. | 9° 22′ 33″ |
| Durée de la révolution sidérale..... | 1688j.55 |
| Mouvement diurne moyen..... | 767.52 |
| Excentricité de l'orbite..... | 0.155 |
| Demi-grand axe..... | 1.775 |
| Distance du périhélie..... | 2.346 |
| Distance de l'aphélie..... | 3.204 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er mars 1854). | 159° 2′ 5″ |
| Longitude du périhélie..... | 122 18 20 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 144 42 58 |

Cette planète a l'éclat d'une étoile de dixième grandeur.

## CHAPITRE XXX

### AMPHITRITE

La planète Amphitrite, représentée par le signe ⑳, a été découverte, ainsi que Bellone, le 1er mars 1854 ; c'est M. Marth qui l'a observée, à Londres, le premier. Elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 6° 7′ 4″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1490j.54 |
| Mouvement diurne moyen | 869″.48 |
| Excentricité de l'orbite | 0.074 |
| Demi-grand axe | 2.554 |
| Distance du périhélie | 2.366 |
| Distance de l'aphélie | 2.742 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er mars 1854) | 180° 43′ 33″ |
| Longitude du périhélie | 56 52 31 |
| Longitude du nœud ascendant | 356 23 55 |

Cette planète ressemble à une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XXXI

### URANIE

La planète Uranie, représentée par le signe ㉚, a été découverte à Londres, par M. Hind, le 22 juillet 1854 ; elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 2° 5′ 56″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1328j.94 |
| Mouvement diurne moyen | 975″.21 |
| Excentricité de l'orbite | 0.126 |
| Demi-grand axe | 2.365 |
| Distance du périhélie | 2.065 |

| | |
|---|---|
| stance de l'aphélie | 2.665 |
| ngitude moyenne de l'époque (1er janv. 1855) | 26°28' 46" |
| ngitude du périhélie | 30 48 47 |
| ngitude du nœud ascendant | 308 11 6 |

ranie a l'éclat d'une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XXXII

### EUPHROSINE

a planète Euphrosine, représentée par le signe (31), é découverte à Washington, par M. Ferguson, le ptembre 1854. C'est de toutes les petites planètes ues celle qui a la plus grande distance moyenne au l. Ses éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| clinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 26°25' 12" |
| urée de la révolution sidérale | 2048j.63 |
| ouvement diurne moyen | 632" 80 |
| xcentricité de l'orbite | 0.216 |
| emi-grand axe | 3.156 |
| istance du périhélie | 2.475 |
| istance de l'aphélie | 3.837 |
| ngitude moyenne de l'époque (1er janv. 1855) | 53°50' 10" |
| ngitude du périhélie | 93 51 7 |
| ngitude du nœud ascendant | 31 25 23 |

uphrosine ressemble à une étoile de onzième gran-
.

## CHAPITRE XXXIII

### POMONE

omone, représentée par le signe (32), a été découverte ris, le 26 octobre 1854, par M. Goldschmidt ; elle a éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 5°29′14″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1516j.28 |
| Mouvement diurne moyen | 854″.72 |
| Excentricité de l'orbite | 0.082 |
| Demi-grand axe | 2.583 |
| Distance du périhélie | 2.370 |
| Distance de l'aphélie | 2.796 |
| Longitude moyenne de l'époque (20 janv. 1855) | 56° 8′ 28″ |
| Longitude du périhélie | 196 9 0 |
| Longitude du nœud ascendant | 220 48 26 |

Cette planète a l'éclat d'une étoile de onzième grandeur.

## CHAPITRE XXXIV

### POLYMNIE

La planète Polymnie, représentée par le signe ㉝, a été, comme la précédente, découverte à Paris ; elle a été observée, pour la première fois, par M. Chacornac, le 28 octobre 1854. Elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 1°56′ 56″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1771j.74 |
| Mouvement diurne moyen | 731″.48 |
| Excentricité de l'orbite | 0.337 |
| Demi-grand axe | 2.866 |
| Distance du périhélie | 1.900 |
| Distance de l'aphélie | 3.831 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er janv. 1855) | 23°14′ 23″ |
| Longitude du périhélie | 340 53 55 |
| Longitude du nœud ascendant | 9 16 5 |

Polymnie est de toutes les planètes connues celle qui présente la plus grande excentricité. Son éclat passe de celui d'une étoile de neuvième grandeur à celui d'une étoile de treizième.

## CHAPITRE XXXV

### CIRCÉ

M. Chacornac a aussi découvert la planète Circé, ›résentée par le signe (34) ; il l'a observée pour la pre- ère fois, à Paris, le 6 avril 1855. Les éléments de te planète sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 5°2′46″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1582j.25 |
| Mouvement diurne moyen | 819″,09 |
| Excentricité de l'orbite | 0.108 |
| Demi-grand axe | 2.657 |
| Distance du périhélie | 2.370 |
| Distance de l'aphélie | 2.944 |
| Longitude moyenne de l'époque (21 avril 1855) | 198°57′59″ |
| Longitude du périhélie | 167 37 57 |
| Longitude du nœud ascendant | 183 40 58 |

Cette planète ressemble à une étoile de onzième andeur.

## CHAPITRE XXXVI

### LEUCOTHÉE

La planète Leucothée, représentée par le signe (35), é découverte à Bilk, par M. Luther, le 19 avril 1855 le a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | [illegible] |
| Durée de la révolution sidérale | [illegible] |
| Mouvement diurne moyen | [illegible] |
| Excentricité de l'orbite | |
| Demi-grand axe | [illegible] |

| | |
|---|---|
| Distance du périhélie | 2.323 |
| Distance de l'aphélie | 3.419 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er avril 1855) | 187°28′14″ |
| Longitude du périhélie | 185 38 48 |
| Longitude du nœud ascendant | 359 44 20 |

Cette planète ressemble à une étoile de douzième grandeur.

## CHAPITRE XXXVII

### ATALANTE

Atalante, représentée par le signe ㊱, a été découverte à Paris, par M. Goldschmidt, le 5 octobre 1855 ; elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 19° 6′ 45″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1684j.73 |
| Mouvement diurne moyen | 769″.26 |
| Excentricité de l'orbite | 0.294 |
| Demi-grand axe | 2.771 |
| Distance du périhélie | 1.956 |
| Distance de l'aphélie | 3.586 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er nov. 1855) | 22° 5′ 33″ |
| Longitude du périhélie | 40 42 21 |
| Longitude du nœud ascendant | 359 0 17 |

L'éclat de cette planète varie de celui d'une étoile de onzième à celui d'une étoile de quatorzième grandeur.

## CHAPITRE XXXVIII

### FIDES

La planète Fides, représentée par le signe ㊲, a été découverte à Bilk, par M. Luther, le 12 janvier 1856 ; elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 3°31'36" |
| Durée de la révolution sidérale | 1459.04 |
| Mouvement diurne moyen | 889".79 |
| Excentricité de l'orbite | 0.058 |
| Demi-grand axe | 2.518 |
| Distance du périhélie | 2.372 |
| Distance de l'aphélie | 2.664 |
| Longitude moyenne de l'époque (15 oct. 1855) | 14°31'17" |
| Longitude du périhélie | 66 52 7 |
| Longitude du nœud ascendant | 7 55 51 |

Fides ressemble à une étoile de dixième grandeur

## CHAPITRE XXXIX

### LÉDA

La planète Léda, représentée par le signe ⊛, a [illegible] découverte à Paris, par M. Chacornac, le 8 février 1856. [illegible] a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 6°59'1[illegible]" |
| Durée de la révolution sidérale | 1658.71 |
| Mouvement diurne moyen | 782".27 |
| Excentricité de l'orbite | 0.156 |
| Demi-grand axe | 2.74[illegible] |
| Distance du périhélie | 2.31[illegible] |
| Distance de l'aphélie | 3.167 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er janv. 1856) | 112°39'1[illegible]" |
| Longitude du périhélie | 99 43 6 |
| Longitude du nœud ascendant | 296 28 4[illegible] |

Cette planète a l'éclat d'une étoile de onzième grandeur.

## CHAPITRE XL

### LÆTITIA

La planète Lætitia, représentée par le signe ㊴, a encore été découverte à Paris, par M. Chacornac, qui l'a observée, pour la première fois, le 8 février 1856; elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 10°28′10″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1682j.17 |
| Mouvement diurne moyen | 770″.43 |
| Excentricité de l'orbite | 0.116 |
| Demi-grand axe | 2.768 |
| Distance du périhélie | 2.447 |
| Distance de l'aphélie | 3.089 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er avril 1856) | 166° 6′ 9″ |
| Longitude du périhélie | 0 39 57 |
| Longitude du nœud ascendant | 157 23 53 |

L'éclat de cette planète est celui d'une étoile de neuvième grandeur.

## CHAPITRE XLI

### HARMONIA

Harmonia, représentée par le signe ㊵, a été découverte à Paris, le 31 mars 1856, par M. Goldschmidt; elle a pour éléments :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 4°15′48″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1246j.86 |
| Mouvement diurne moyen | 1039″.41 |

| | |
|---|---|
| Excentricité de l'orbite | 0.066 |
| Demi-grand axe | 2.267 |
| Distance du périhélie | 2.163 |
| Distance de l'aphélie | 2.370 |
| Longitude moyenne de l'époque (1er juillet 1856) | 222° 12′ 41″ |
| Longitude du périhélie | 2 1 51 |
| Longitude du nœud ascendant | 93 32 2 |

L'éclat de cette planète est comparable à celui d'un ile de neuvième à dixième grandeur.

## CHAPITRE XLII

### DAPHNÉ

M. Goldschmidt a encore découvert à Paris, le 22 mai 56, la planète Daphné, représentée par le signe (41). s éléments de cette planète ne sont pas encore jusqu'à sent calculés avec toute l'exactitude désirable, à cause la difficulté des observations. La distance moyenne Soleil ou le demi-grand axe est environ de 2.4.

## CHAPITRE XLIII

### ISIS

La planète Isis, représentée par le signe (42), a été couverte le 23 mai 1856, à Oxford, par M. Pogson. éléments sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Inclinaison du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique | 8° 34′ 45″ |
| Durée de la révolution sidérale | 1369.67 |
| Mouvement diurne moyen | 946″.91 |
| Excentricité de l'orbite | 0.213 |
| Demi-grand axe | 2.442 |
| Distance du périhélie | 1.922 |

| | |
|---|---|
| Distance de l'aphélie..... | 2.925 |
| Longitude moyenne de l'époque (30 juin 1856)... | 275° 38′ 55″ |
| Longitude du périhélie..... | 318 6 53 |
| Longitude du nœud ascendant..... | 84 27 20 |

## CHAPITRE XLIV

### CONJECTURES SUR L'ORIGINE DES PETITES PLANÈTES

Les détails précédents sur la fourmilière des petites planètes qui sont comprises entre Mars et Jupiter, et dont le nombre ne saurait être aujourd'hui évalué, montrent que depuis quelque temps le système planétaire s'enrichit presque chaque année de quelque corps nouveau. Le tableau synoptique suivant présente le mouvement rapide des découvertes faites en ce genre depuis le commencement de ce siècle[1] :

| | |
|---|---|
| 1801..... | 1 planète : Cérès. |
| 1802..... | 1 planète : Pallas. |
| 1804..... | 1 planète : Junon. |
| 1807..... | 1 planète : Vesta. |
| 1845..... | 1 planète : Astrée. |
| 1847..... | 3 planètes : Hébé, Iris, Flore. |
| 1848..... | 1 planète : Métis. |
| 1849..... | 1 planète : Hygie. |
| 1850..... | 3 planètes : Parthénope, Victoria, Égérie. |
| 1851..... | 2 planètes : Irène, Eunomia. |
| 1852..... | 8 planètes : Psyché, Thétis, Melpomène, Fortuna, Massalia, Lutetia, Calliope, Thalie. |
| 1853..... | 4 planètes : Thémis, Phocea, Proserpine, Euterpe. |
| 1854..... | 6 planètes : Bellone, Amphitrite, Uranie, Euphrosine, Pomone, Polymnie. |
| 1855..... | 4 planètes : Circé, Leucothée, Atalante, Fides. |
| 1856..... | 5 planètes : Léda, Lætitia, Harmonia, Daphné, Isis. |

1. Le tableau fait par M. Arago jusqu'à 1853 a été complété jusqu'à l'époque de la publication de ce volume.

es observateurs appartenant aux pays les plus
rs, concourent à faire faire à l'astronomie pratique
as important, ainsi qu'il résulte de cet autre ta-
u[1] :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Piazzi a découvert..... | 1 | planète | à Palerme; |
| Olbers en a découvert.. | 2 | — | à Brême; |
| Harding..... | 1 | — | à Lilienthal; |
| Hencke..... | 2 | — | à Driesen; |
| Hind..... | 10 | — | à Londres; |
| Graham..... | 1 | — | à Markree-Castle; |
| De Gasparis..... | 7 | — | à Naples; |
| Luther..... | 5 | — | à Bilk; |
| Goldschmidt..... | 5 | — | à Paris; |
| Chacornac..... | 1 | — | à Marseille et 4 à Paris; |
| Marth..... | 1 | — | à Londres; |
| Ferguson..... | 1 | — | à Washington; |
| Pogson..... | 1 | — | à Oxford. |

e grand nombre de découvertes témoigne du zèle,
application, de l'habileté des observateurs et de la
ection des instruments astronomiques. La construc-
extrêmement remarquable des nouvelles cartes
nomiques faites dans divers observatoires, et qui
erment les étoiles de neuvième et de dixième gran-
, a considérablement facilité la recherche des petites
ètes. Si l'on aperçoit à un endroit du ciel étoilé un
astre non encore marqué sur les cartes, on doit
ire l'observation avec beaucoup de soin et chercher
l'est pas doué d'un mouvement relatif par rapport
étoiles voisines. L'existence d'un pareil mouvem
t constatée, on a fait la découverte d'une nou

Comme pour le tableau précédent, on a complété les rapp
ents faits par M. Arago.

petite planète ; il ne reste plus qu'à confirmer cette découverte par des observations postérieures.

Lorsque Piazzi eut trouvé la planète Cérès, il parut aux astronomes que la lacune soupçonnée par Kepler, mise en évidence par la loi numérique de Titius, entre Mars et Jupiter, était comblée. Mais la découverte de Pallas, par Olbers, apporta une complication inattendue à la simplicité qu'on croyait avoir constatée dans le système planétaire. Il vint alors à l'idée de l'illustre astronome de Brême que Cérès et Pallas pourraient bien être les fragments d'une seule planète détruite par quelque force naturelle. Le fait mis en évidence par les calculs de M. Gauss, que Cérès, lors de son passage ascendant à travers le plan de l'orbite de Pallas, arrive à une très-grande proximité de cette planète, donnait à cette hypothèse une certaine probabilité. Olbers se hasarda même à en conclure que l'on devait s'attendre à trouver, dans la même région, de nouveaux débris analogues. Le point où les orbites se croisent semblait devoir être celui où se serait jadis accompli ce singulier événement. Or, les plans des orbites de Cérès et de Pallas se coupent, suivant une ligne qui aboutit d'un côté vers l'aile septentrionale de la Vierge et de l'autre côté vers la Baleine. Telles étaient donc les deux régions où l'on devait s'attendre à voir passer les débris inconnus de la planète brisée. Ce fut, il est vrai, dans la Baleine que Harding trouva Junon, et dans l'aile septentrionale de la Vierge que Olbers découvrit Vesta. La conjecture de l'habile astronome de Brême prit ainsi une nouvelle force. Mais quoique quelques-unes des petites planètes

nment découvertes, comme Iris (chap. VIII, p. 150), ient pas rondes et présentent à la Terre des faces les qui les font ressembler à de véritables débris. and nombre de ces astres aujourd'hui connus porte oire qu'il y a d'autres causes qui leur ont donné ance. Les intersections des orbites des petites pla- deux à deux, sont loin de s'accorder toutes avec othèse d'Olbers; toutefois l'entrelacement de ces es indique une liaison intime entre plusieurs de ces s, et il y a dans les phénomènes qu'ils présentent urieux sujet de recherches pour les astronomes. rès les mouvements de Mars et de Jupiter, il ne it pas que leur ensemble doive avoir une masse dérable, sans quoi cette masse exercerait sur ces planètes des perturbations que l'observation n'a pas lées; et cependant, d'après une communication en 1850 à l'Association britannique pour l'avan- nt des sciences, M. Daniel Kirkwood, ayant tenté econstituer la planète brisée, au moyen des frag- s alors connus, comme on recompose en géologie nimaux antédiluviens, est arrivé à lui assigner un ètre surpassant de beaucoup celui de Mars.

le phénomène supposé par Olbers a eu lieu, quelle en avoir été la cause? N'est-ce pas une comète qui it brisé la grosse planète pour en former Cérès, s, Junon, Vesta, Iris, et plusieurs autres? Exami- la question avec quelques détails.

rmi les orbites des petites planètes, celles de Cérès Pallas sont presque exactement égales entre elles. bite de Junon et surtout celle de Vesta ont des

ie Populaire
Golfe de Guinée
Golfe de Gascogne
Hottentotte
Colonie du Cap
Sumal
Adamaua
Tropique
G R A N
O C É A N

Tome III, page

CARTE

dimensions sensiblement plus petites. En faisant tourner, de quantités convenables, les plans très-différents qui contiennent les quatre orbites, sans toutefois changer leurs inclinaisons respectives au plan de l'écliptique ; en d'autres termes, en changeant seulement les directions des lignes des nœuds, on trouve des positions dans lesquelles ces quatre courbes sont pour ainsi dire entrelacées. Tout portait donc Olbers à supposer que les quatre petites planètes, à chacune de leurs révolutions, passaient anciennement par un même point de l'espace.

Cette circonstance serait sans contredit très-extraordinaire, si Cérès, Pallas, Junon, Vesta et les autres petites planètes qui satisferont à la même condition, avaient toujours été des corps indépendants les uns des autres. Elle deviendra au contraire toute simple, elle découlera de la nature même des choses, si l'on regarde les petites planètes comme des fragments d'une planète beaucoup plus grosse qui, d'un seul coup, a été réduite en un certain nombre d'éclats.

En effet, une planète proprement dite, sauf les dérangements connus sous le nom de perturbations, suit constamment la même route. A chacune de ses révolutions, elle repasse par la même série de points. Or, à l'instant même où, d'après l'hypothèse que nous venons de faire, la grosse planète se brisa, chacun de ses fragments devint, dans toute l'acception du terme, une véritable planète, et il commença à décrire la courbe le long de laquelle son mouvement propre devait éternellement s'effectuer. Quelques différences d'intensité et de direction entre les forces qui projetèrent les divers éclats

amenèrent de notables dissemblances dans les formes et dans les positions des orbites; mais toutes ces ellipses durent avoir un point commun, savoir, celui où les différents fragments planétaires se séparèrent pour faire route à part. Le point commun que les orbites des petites planètes paraissent avoir eu anciennement indique donc, avec une grande vraisemblance, que jadis ces corps étaient réunis et n'en formaient qu'un seul.

Cette théorie, sur l'origine commune d'un certain nombre des planètes télescopiques, a été reçue avec un assentiment presque général. Il fallut ensuite rechercher la cause qui détermina la rupture de la grande planète. Les uns, se rappelant ces puissantes actions souterraines dont les projections de laves, de pierres et de torrents de cendres sont les effets habituels, pensèrent que si les cratères volcaniques, comme des espèces de soupapes de sûreté, ne donnaient pas lieu à des fuites partielles, que si la surface du globe n'offrait aucune fissure, sa croûte solide ne pourrait pas, à la longue, résister à la force toujours croissante que les phénomènes chimiques développent dans les entrailles de la Terre, et qu'il en résulterait quelque effroyable explosion. C'est ainsi qu'éclata, suivant eux, la grande planète dont nous voyons des débris dans Cérès, Pallas, Junon, Vesta, Iris, etc.

Les autres rejetèrent toute assimilation entre des planètes et les chaudières, si sujettes à explosion, de nos machines à vapeur. Dans leurs idées, une sphère planétaire solide ne peut être brisée que par une percussion très-forte; or, qui n'a déjà deviné que, dans

ce système, des comètes seront les corps choquants?

Il semble difficile de trouver dans la forme et l'aspect des petites planètes, des arguments sans réplique qui puissent faire adopter une des deux hypothèses à l'exclusion de l'autre. Je dois rapporter ici, cependant, des considérations singulières sur lesquelles s'appuient les partisans du choc des comètes.

Les nouvelles planètes sont très-petites. D'après les quelques mesures que nous avons citées précédemment, les surfaces de Cérès, de Pallas, de Junon, de Vesta, surpasseraient à peine celles de quelques-unes des îles que présente la Terre.

Dans les grandes planètes, comme Mars, Jupiter et Saturne, on aperçoit des traces d'atmosphère; mais ce sont des traces seulement, et l'on ne parvient à les faire ressortir qu'à l'aide des observations les plus subtiles. Dans les planètes télescopiques, au contraire, les phénomènes atmosphériques paraissent se développer sur une immense échelle.

D'après les mesures de Schrœter, l'atmosphère de Cérès n'aurait pas moins de 276 lieues de hauteur; celle de Pallas, plus petite, s'élèverait cependant encore à 192 lieues. Jusqu'ici les seules comètes s'étaient montrées accompagnées d'enveloppes gazeuses aussi étendues. Eh bien, a-t-on dit, supposons que l'ancienne et grosse planète comprise entre Mars et Jupiter ait été brisée par une comète, et tout sera expliqué. L'atmosphère cométaire, en effet, cette nébulosité qu'on appelle la chevelure, n'ayant pu être anéantie par la percussion, se sera partagée entre les divers fragments et aura

né autour de chacun d'eux une immense atmosphère. te théorie est ingénieuse; malheureusement un fait ital est venu la confondre : Vesta n'a pas offert jus- ci de traces certaines d'atmosphère. Or, quelle est cause qui aurait pu la déshériter entièrement de la qui lui serait revenue dans le partage de l'atmosphère étaire?

# LIVRE XXVI

## MÉTÉORES COSMIQUES

---

## CHAPITRE PREMIER

### AVANT-PROPOS

La fourmilière de planètes dont nous avons donné l'histoire dans le livre précédent tranche nettement avec les autres grands corps du système solaire par la petitesse des dimensions de ces astéroïdes, dont quelques-uns sont inférieurs à l'un des petits royaumes de l'Europe. Rien ne s'oppose à l'hypothèse faite par plusieurs astronomes et physiciens, de l'existence dans les espaces planétaires de corps ayant des proportions beaucoup plus faibles encore. Aussi a-t-on rattaché, dans ces dernières années, avec une très-grande probabilité, aux lois générales du système du monde, des météores qui avaient beaucoup occupé les anciens et qu'on avait vainement cherché à expliquer soit par l'action de la foudre, soit par des condensations de vapeurs métalliques qui se seraient élevées jusqu'aux régions extrêmes de l'atmosphère terrestre, soit par des traînées de gaz hydrogène enflammé. Les pierres météoriques, ou *aérolithes*, qui tombent à la surface de la Terre, les globes de feu nommés *bolides*, qui paraissent et disparaissent tout à coup et présentent

iamètre sensible, les *étoiles filantes*, qui tracent un de feu presque sans épaisseur dans le ciel étoilé, ce ont plus là que des corps errants dans l'espace et notre planète vient rencontrer dans sa course an- e autour du Soleil.

## CHAPITRE II

### AÉROLITHES

e tous les météores cosmiques le plus rare est celui ı chute de pierres à la surface de notre globe. En ultant les historiens de l'antiquité on trouve des s plus ou moins positifs de pareils phénomènes. endant on a longtemps nié qu'il fût réellement pos- que des pierres tombassent du ciel. Ce sont surtout ravaux persévérants de Chladni qui ont démontré les faits nombreux l'existence incontestable de petites es qui, errant dans les espaces planétaires, sont es à plusieurs reprises rencontrer la Terre.

#### § 1. — Composition chimique des aérolithes.

analyse chimique a jeté un jour nouveau sur l'his- des pierres météoriques en faisant connaître leur position. Chose remarquable, les travaux successifs Howard, Klaproth, Thenard, Vauquelin, Proust, elius, Stromeyer, Laugier, Dufrénoy, Gustave et ry Rose, Boussingault, Berthier, Cordier, Barthold, melsberg et Shepard, n'ont révélé dans les aéro-

lithes que des substances connues à la surface de la Terre. Selon M. Rammelsberg, cité par mon illustre ami Alexandre de Humboldt dans son *Cosmos*, les corps simples dont on a jusqu'ici reconnu l'existence dans les pierres météoriques sont les suivants : « L'oxygène, le soufre, le phosphore, le carbone, le silicium, l'aluminium, le magnésium, le calcium, le potassium, le sodium, le fer, le nickel, le cobalt, le chrome, le manganèse, le cuivre, l'étain et le titane; nombre total : dix-huit. Les éléments les plus immédiats sont, parmi les composés métalliques : le fer allié de nickel, une combinaison de phosphore avec du fer et du nickel, du sulfure de fer et des pyrites magnétiques; parmi les substances oxydées : le fer magnétique et le chromate de fer; parmi les silicates : l'olivine, l'anortite, le labrador et l'augite. »

Parmi les métaux dont on a découvert l'existence dans les pierres météoriques, Howard a reconnu le nickel, Stromeyer le cobalt, Laugier le cuivre et le chrome, Berzelius l'étain.

On voit que les aérolithes sont formés de matières extrêmement variées. Lors même que d'après leur aspect on est porté à les considérer comme des masses de fer, ils ne sont pas formés de ce seul corps, mais ils ont une composition en général très-complexe.

Chladni, Bigot de Morogues, MM. Hoff, Kæmtz, Quetelet et quelques autres ont dressé des catalogues des chutes de pierres connues depuis les temps historiques.

J'ai chargé M. Barral de compléter ces catalogues, autant que possible. Le signe d'interrogation (?) indique les chutes que l'on ne doit pas considérer comme parfai-

nt constatées. Nous distinguons les chutes d'aéro-
s proprement dits qui ont eu des témoins, celles
asses qui doivent être, d'après leur aspect, regar-
comme étant tombées du ciel, et les chutes de
sières.

§ 2. — Chutes d'aérolithes avant le commencement de notre ère.

1478 ans avant notre ère, en Crète; la pierre de
e dont Malchus parle, probablement regardée comme
mbole de Cybèle. (*Chronique de Paros*, lig. 18 et 19.)
pluie de pierres dont parle Josué n'était peut-être
de la grêle.
160. « Dieu envoya de grandes pierres du ciel. »
rad Lycosthène, *Prodigiorum ac ostentorum chron.*)
00. Pierres conservées à Orchomène. (Pausanias.)
1168. Une masse de fer sur le mont Ida, en Crète.
*onique de Paros*, ligne 22.)
705 ou 704. L'Ancyle, probablement une masse de
à peu près de la même forme que celles du Cap et
ram (voir plus loin, pages 193 et 205). (Plutarque.)
4. Pluie de pierres sur le mont Albain. (Tite Live,
1.)
4 (au printemps). Cinq pierres dans le pays de
, en Chine. (De Guignes.)
5. Chute d'une grande pierre près du fleuve
hrace. (Plutarque, Pline et autres.) Une
de Thèbes. (*Scholiaste de Pindare.*)
9. Il pleut des pierres dans le Picenum
cône). (Lycosthène.)

403. Chute d'une pierre considérée comme un présage. (Lycosthène.)

343. Pluie de pierres à Rome. (Julius Obsequens.)

211. Chute d'une pierre en Chine. (De Guignes et *Histoire générale de la Chine.*)

De 206 à 205. Pierres ignées. (Plutarque, *Fab. Max.*, c. 2.)

200. Il pleut des pierres. (Lycosthène.)

192. Une pierre en Chine. (De Guignes.)

176. Une pierre dans le lac de Mars. (Tite Live, XLI, 9.)

90 ou 89. *Lateribus coctis pluit.* (Pline et Julius Obsequens.)

89. Deux pierres à Yong, en Chine. (De Guignes.)

54. Fer spongieux, en Lucanie. (Pline.)

? 46. Pierres à Acilia, en Afrique. (César.)

38, 29, 22, au printemps; 19, 12, 9, 6. Chutes de pierres en Chine. (De Guignes.)

§ 3. — Aérolithes tombés à des époques qu'on ne peut pas déterminer.

La Mère des Dieux, tombée à Pessinunte.

L'Élagabale, à Émisa, en Syrie.

La pierre conservée à Abydos, en Asie Mineure, et celle de Cassandrie, en Macédoine. (Pline, II, 59, 3.)

La pierre noire et encore une autre qui se trouvent dans la Kaaba de la Mecque.

La pierre conservée dans le siége de couronnement des rois d'Angleterre, n'est pas, comme on l'avait pensé, une pierre météorique.

. — Chutes d'aérolithes depuis le commencement de notre ère.

ns les années 2, 106, 164, 310 et 333, des pierres
ɛrent en Chine. (Abel Rémusat, *Journal de phys.*,
819.)
prétendue pierre tombée du ciel en 416, à Constan-
e, dont Sethus Calvisius fait mention dans sa *Chro-*
*ie*, n'était qu'une pierre de la grande colonne de
antin, qui, par sa chute, avait endommagé le pié-
.
. Une pierre dans le pays des Vocontiens. (Pline,
, 59, 3.)
2. Trois grandes pierres en Thrace. (Cedrenus et
Marcellinus.)
siècle. Pierres sur le mont Liban, et près d'Émisa,
rie. (Damascius.)
70 à peu près. Pierres près de Bender, en Arabie.
*Coran*, VIII, 16; CV, 3 et 4, et les commenta-
)
5. Pierres en Chine. (Abel Rémusat.)
48. Une pierre ignée à Constantinople. (Quelques
iques.)
5. Chute de pierres à Frihsazi, en Saxe. (*Annales*
*nses.*)
37. On assure que de grandes pierres sont tombées
l mêlées avec de la grêle. (Lycosthène.)
). Pierres dans le Japon. (Abel Rémusat.)
2, en juillet ou août. Une pierre dans le Tabéris-
De Sacy et Quatremère.)

856, en décembre. Cinq pierres, en Égypte. (Les mêmes.)

885. Pierres dans le Japon. (Abel Rémusat.)

897. A Ahmed-Dad, près de Koufah, chute de pierres. (Quatremère, suivant la *Chron. syr.*, en 892.)

921. De grandes pierres à Narni. (Chronique manuscrite du moine Benedictus de Saint-Andrea, qui se trouve dans la bibliothèque du prince Chigi à Rome.)

951. Une pierre à Augsbourg. (Alb. Stadius et autres.)

956. « Une pierre d'une grosseur extraordinaire a été lancée du ciel sur la terre. » (Lycosthène.)

963. « Une grande pierre est encore tombée du ciel. » (Lycosthène.)

965 à 971, sous le pape Jean XIII. Une pierre en Italie. (Platina.)

998. Pierres à Magdebourg. (Cosmas et Spangenberg.)

1009, ou peu de temps après. Masse de fer dans le Djorjan. (Avicenne.)

1021, entre le 24 juillet et le 21 août. Pierres en Afrique. (De Sacy.)

?1057. « Des pierres d'une grosseur étonnante tombent avec de la grêle. » (Dom Bouquet, tome XI, page 22.)

1057. Une pierre en Corée. (Abel Rémusat.)

1093, 4 avril. « On vit, au lever de l'aurore, un grand nombre d'étoiles tomber du ciel sur la Terre, et même une très-grande d'entre elles fut trouvée sur le sol. » (Chasles.)

1112. Pierres ou fer, près d'Aquileja. (Valvasor.)

35 ou 1136. Une pierre à Oldisleben. (Spangen-
, *Chron. sax.*)
64. A la fête de Pentecôte, pluie de fer en Misnie.
rg. Fabricius.)
86, 8 juillet. Chute de pierres à Mons. (*Mém. de*
*d. de Bruxelles*, t. VII.)
1194. Des pierres tombent du ciel avec la pluie.
osthène.)
1197. Des pierres tombèrent du ciel avec la pluie.
osthène.)
198, 8 juin. Chute de pierres aux environs de
les, près de Paris. (Sauval.)
198, vers la fête de Saint-Jean-Baptiste (24 juin).
pierres d'une grosseur étonnante tombèrent du ciel.
osthène.)
198, juillet. On vit tomber du ciel des pierres grosses
me de fortes noix, comme des œufs en certains lieux,
ssure-t-on, plus grosses encore. (*Recueil des Histo-*
*s des Gaules.*)
249, 26 juillet. Pierres à Quedlinbourg, etc. (Span-
berg et Rivander.)
XIII^e siècle. Une pierre à Würtzbourg. (G. Schott.)
ntre 1251 et 1363. Pierres à Véliki-Oustioug, en
sie. (*Annales de Gilbert*, tome XXXV.)
1280. Une pierre à Alexandrie, en Égypte. (De
*f.*)
300 environ. De grandes pierres en Aragon, d'après
chronique manuscrite conservée dans le Musée na-
al de Pesth, en Hongrie, faisant la continuation de
de Martinus Polonus.

1304, 1er octobre. Pierres à Friedland ou Friedberg. (Kranz et Spangenberg.)

1328, 9 janvier. Chute de pierres dans le Mortahiah et Dakhahiah. (Quatremère.)

1358. Une pierre en Chine. (Édouard Biot.)

? 1368. Dans le pays d'Oldenbourg, une masse de fer. (Siebrand Meyer.)

1379, 26 mai. Une pierre à Minden, en Hanovre. (Lerbecius.)

1421. Une pierre dans l'île de Java. (Sir Thomas Stamford Raffles, vol. II, p. 137.)

1438. Pierres spongieuses, à Roa, près de Burgos, en Espagne. (Proust.)

1474. Près de Viterbe, deux grandes pierres. (*Biblioteca italiana*, tome XIX, p. 461, septembre 1820.)

1491, 22 mars. Pierre près de Crema. (Simoneta.)

1492, 7 novembre. A Ensisheim (Haut-Rhin). Énorme pierre tombée près de Maximilien Ier, roi des Romains. (Vauquelin et Fourcroy.)

1496, 26 ou 28 janvier. Pierres à Césène, etc. (États-Romains). (Buriel et Sabellicus.)

? Dans le même siècle. Une pierre près de Lucerne. (Cysat.)

1511, vers le milieu de septembre. Grande chute de pierres à Crema, et sur les bords de l'Adda. (Giovanni del Prato et autres.)

1516. En Chine, deux pierres. (Abel Rémusat.)

1520, en mai. Pierres en Aragon. (Diego de Sayas.)

? 1528. De grandes pierres à Augsbourg. (*Chronique saxonne* de Dresser.)

? 1540, 28 avril. Pierres dans le Limousin. (Bonaventure de Saint-Amable.)

1540, 14 juin. Quatre pierres en Chine. (Édouard Biot.)

1540 à 1550. Masse de fer dans la forêt de Neuhof. (*Chronique des mines de Misnie.*)

1540 à 1550. Fer en Piémont. (Mercati et Scaliger.)

1552, 19 mai. Pierres en Thuringe, aux environs de Schleusingen. (Spangenberg.)

1559. Cinq pierres à Miskolz, en Hongrie. (Ittuanfi, dans son *Historia Hungariæ.*)

1561, 17 mai. A Torgau et Eilenburg. (C. Gesner et de Boot.)

1564, 1er mars. Pluie de pierres entre Malines et Bruxelles. (*Ann. de Gilbert.*)

1565, 3 juillet. Pierres noires en Chine. (Éd. Biot.)

1580, 27 mai. Pierres près de Gœttingue. (Bange.)

1581, 26 juillet. Pierre en Thuringe. (Binhard, Olearius.)

1583, 9 janvier. Une grosse pierre à Castrovillari, en Calabre. (Mercati et Imperati.)

1583, 2 mars. Une pierre en Piémont. (Mercati.)

1585. Chute de pierres en Italie. (Imperati.)

1591, 9 juin. Chute de grandes pierres à Kunersdorf. (Angelus.)

1596, 1er mars. Pierres à Crevalcuore. (Mittarelli.)

1603. Une pierre dans le royaume de Valence. (Cæsius et les jésuites de Coïmbre.)

1618, en août. Grande chute de pierres en Styrie. (*Mines de l'Orient*, par M. de Hammer.)

1618, 12 novembre. Une pierre en Chine. (Édouard Biot.)

1618. Masse métallique en Bohême. (Kronland.)

1620, 17 avril. Masse de fer près de Lahore. (Jean Guir, empereur du Mogol.)

1622, 10 janvier. Pierre en Devonshire. (Rumph.)

1628, 9 avril. Près de Hatford, en Berkshire. (*Gentleman's Magazine.*)

1634, 27 octobre. Pierres en Charolais. (Morinus.)

1635, 21 juin. A Vago, en Italie. (Francesco Carli.)

? 1635, 7 juillet. Pierre à Calce. (Vallisneri.)

1636, 6 mars. Une pierre entre Sagan et Dubrow, en Silésie. (Lucas et Cluverius.)

1637, 27 novembre. En Provence, sur le mont Vaisien. (Gassendi; quelques auteurs portent à tort 1627.)

1642, 4 août. En Suffolk. (*Gentleman's Magazine.*)

? 1643 ou 1644. Pierres en mer. (Wurfbain.)

1647, 18 février. Une pierre près de Zwickau. (Schmid.)

1647, en août. Pierres à Stolzenau, en Westphalie. (*Annales de Gilbert.*)

Entre 1647 et 1654. Une masse en mer, qui tua deux hommes. (Willmann.)

1650, 6 août. Une pierre à Dordrecht. (Sanguerd.)

1654, 30 mars. Pierres dans l'île de Fune, en Danemark. (Bartholinus.)

..... A Varsovie, une grande pierre. (Petr. Borellus.)

..... A Milan, une petite pierre qui a tué un Franciscain. (*Museum septalianum.*)

1667. Pierres à Chiraz, en Perse.

668, 19 ou 21 juin. Grande chute de pierres à
one. (Vallisneri, Montanari, Fr. Carli.)

671, 27 février. Pierres en Souabe. (*Ann. de Gil-*
, tome XXXIII.)

674, 6 octobre. Pierres près de Glaris, en Suisse.
euchzer.)

Entre 1675 et 1677. Pierres près de Copinsha.
allace et *Gentleman's Magazine*, juillet 1806.)

677, 28 mai. Pierres à Ermendorf (Saxe), qui pro-
lement contenaient du cuivre. (*Miscellanea natur*
*osorum*, 1677, app.)

680, 18 mai. Pierres à Londres. (King.)

690, 2 janvier. Chute de pierres à Iéna. (Kæmtz.)

697, 13 janvier. Chute de pierres, près de Sienne.
dani, d'après Gabrieli.)

698, 19 mai. Pierre à Waltring, canton de Berne.
euchzer.)

704, 25 décembre. Chute de pierres à Barcelone,
Espagne. (Kæmtz.)

706, 7 juin. Pierre à Larisse, en Thessalie. (Pal
as.)

715, 11 avril. Des pierres non loin de Stargard, en
éranie. (*Ann. de Gilbert*, tome LXXI, p. 215.)

722, 5 juin. Pierres près de Schefftlar, en Freisinge.
ichelbeck.)

723, 22 juin. Chute de trente-trois pierres à Pier-
itz, en Bohême. (Rost et Stepling.)

a prétendue chute de métal, en 1731 (*Mém. de*
*ad. des sc.*), à Lessay, n'était qu'une phosphores

cence électrique des gouttes de pluie, car dom Halley ne dit pas : Il tombait des gouttes de métal embrasé et fondu, mais il tombait *comme* des gouttes, etc.

**1727, 22 juillet.** Chute près de Liboschitz, en Bohême. (Stepling.)

**1731, 12 mars.** Chute d'une grosse pierre à Halstead, dans le comté d'Essex, en Angleterre. (Kæmtz.)

**1738, 18 octobre.** Pluie de pierres près de Carpentras. (Castillon.)

**1740, 25 octobre.** Pierres à Rasgrad, en Turquie. (*Ann. de Gilbert*, tome L.)

**1740 ou 1741, en hiver.** Une grande pierre dans le Groenland. (Egède.)

**? 1743.** Pierres à Liboschitz, en Bohême. (Stepling.) Peut-être la même qui est indiquée à l'année 1723.

**1750, 1er octobre.** Pierre à Nicor, près de Coutances. (Huard et Lalande.)

**1751, 26 mai.** Deux masses de fer à Hradschina, près d'Agram, en Croatie. (Klaproth.)

**1753, 3 juillet.** Pierres à Plaw, près du mont Tabor, en Bohême. (Stepling et Mayer.)

**1753, en septembre.** A Luponas, près de Pont-de-Veyle (Ain). (Lalande et Richard.)

**1755, en juillet.** Pierre en Calabre. (Domin. Tata.)

**? 1759, 13 juin.** Chute d'une pierre à Captieux, près de Bazas (Gironde).

**1766, en juillet.** Pierre à Alboreto, près de Modène. (Troili, Vassali.)

**? 1766, 15 août.** Pierre à Novellara. (Troili.) Peut-être une pierre fondue par la foudre.

1768, 13 septembre. Un aérolithe à Lucé (Sarthe). (*Mém. de l'Académie des sciences* pour 1769.)

1768. Une pierre à Aire (Pas-de-Calais). (*Idem.*)

1768, 20 novembre. Pierre à Maurkirchen, en Bavière. (Imhof.)

1773, 17 novembre. Pierre à Sena, en Aragon. (Proust.)

1775, 19 septembre. Pierres près de Rodach, en Cobourg. (*Ann. de Gilbert*, tome XXIII.)

1775 ou 1776. Pierres à Obruteza, en Volhynie. (*Ann. de Gilbert*, tome XXXI.)

1776 ou 1777, en janvier ou février. Grande chute de pierres près de Fabbriano, ancien duché de Camerino. (Soldani et Amoretti.)

1779. Pierres à Petris-Wood, en Irlande. (*Gentleman's Magazine.*)

1780, 11 avril. Chute de pierres près de Beeston, en Angleterre. (*Lloyd's Evening Post.*)

1780 environ. Des masses de fer dans le territoire de Kinsdale, entre West River Mountain et Connecticut. (*Quarterly Review*, avril 1824.)

1782. Pierres près de Turin. (Tata et Amoretti.)

1785, 19 février. Pierres à Eichstædt. (Pictet et Stutz.)

1787, 1er octobre. Dans la province de Charkow, en Russie. (*Ann. de Gilbert*, tome XXXI.)

1788, 13 juillet. Plusieurs pierres en France. (King.)

1789, en juillet. Chute d'un grand nombre de pierres à Barbotan, près de Roquefort, dans les landes de Bordeaux. (Vauquelin, *Annales de chimie*, t. XLV.)

1790, 24 juillet. Chute de pierres à Juliac (Lot-et-Garonne). (*Idem.*)

1791, 17 mai. Pierres à Castel-Berardenga. (Soldani.)

1791, 20 octobre. Pierres à Menabilly, en Cornwall. (King.)

1794, 16 juin. Chute de pierres aux environs de Sienne (Toscane). (Hamilton.)

1795, 13 avril. Chute d'une pierre à Ceylan. (Le Beck.)

1795, 13 décembre. Grosse pierre à Wold-Cottage, en Yorkshire. (Howard.)

1796, 4 janvier. Chute de pierres près de Belaja-Zerkwa, en Russie. (*Ann. de Gilbert*, tome XXXV.)

1796, 19 février. Chute d'une pierre en Portugal. (Southey.)

1798, 8 ou 12 mars. Pierres à Sales, près de Villefranche (Rhône). (De Drée, etc.)

1798, 19 décembre. Pierres à Krak-Hut, près de Bénarès, au Bengale. (Howard, lord Valentia.)

1800, 1er avril. Chute d'une pierre à Bumstead, dans le comté d'Essex. (Kæmtz.)

1801. Chute de pierres dans l'île des Tonneliers. (Bory de Saint-Vincent.)

1802, en septembre. Pierres en Écosse. (*Monthly Magazine*, octobre 1802.)

1803, 26 avril. Pierres aux environs de l'Aigle (Orne). (Biot.)

1803, 4 juillet. Chute d'une pierre à East-Norton, en Angleterre. (*Philos. Magaz.* et *Bibl. Brit.*)

1803, 8 octobre. Une pierre à Saurette, près d'Apt (Vaucluse).

1803, 13 décembre. Chute d'une pierre près de Eggenfelde, en Bavière. (Imhof.)

1804, 5 avril. Une pierre près de Glasgow (Écosse). (*Philos. Magaz.* et *Bibl. Brit.*)

De 1804 à 1807. A Dordrecht. (Van Beck-Calkoen.)

1805, 25 mars. Pierres à Doroninsk, en Sibérie. (*Ann. de Gilbert,* tomes XXIX et XXXI.)

1805, en juin. Chute d'une pierre à Constantinople. (Haïr-Kougas-Ingizian.)

1806, 15 mars. Chute de deux aérolithes, l'un à Saint-Étienne-de-Lolm, l'autre à Valence, villages situés aux environs d'Alais (Gard). (Pagès et d'Hombres-Firmas, *Ann. de phys.*, t. LXII.)

1806, 17 mai. Pierre en Hampshire. (*Monthly Magaz.*)

1807, 13 mars. Pierre près de Timochin, dans le gouvernement de Smolensk. (*Ann. de Gilbert.*)

1807, 14 décembre. Pierres près de Weston, dans le Connecticut. (Silliman.)

1808, 19 avril. Chute de pierres à Borgo San-Donino, près de Parme. (Guidotti et Sgagnoni.)

1808, 22 mai. Chute de pierres près de Stannern, en Moravie. (Klaproth.)

1808, 3 septembre. Chute de pierres à Lissa, près de Prague, en Bohême. (De Schreibers.)

? 1809, 17 juin. Chute de pierres en mer, près de l'Amérique septentrionale. (*Medical Repos.* et *Bibl. Britannique.*)

1810, 30 janvier. Pierre à Caswell, en Amérique. (*Phil. Magaz.* et *Medical Reposit.*)

1810, dans la nuit du 20 au 21 avril. Chute d'une

énorme masse de fer météorique à Santa-Rosa (Nouvelle-Grenade). (Boussingault.)

1810, en juillet. Une grande pierre à Shabad, dans l'Inde. Le météore a causé de grands dégâts. (*Philos. Magaz.*, tome XXXVII.)

1810, en août. Une pierre dans le comté de Tipperary, en Irlande. (William Higgins.)

1810, 23 novembre. Pierres à Charsonville, près d'Orléans. (Bigot de Morogues.)

1811, 13 mars. Une pierre dans la province de Pultawa, en Russie. (*Ann. de Gilbert*, tome XXXVIII.)

1811, 8 juillet. Pierres à Berlanguillas, sur la route d'Aranda à Roa, en Espagne. (Général Dorsenne.)

1812, 10 avril. Chute abondante de pierres près de Toulouse. (De Puymaurin.)

1812, 15 avril. Une grosse pierre à Ersleben, dans le duché de Brunswick. (*Annales de Gilbert*, t. XL et XLI.)

1812, 5 août. Grosse pierre à Chantonnay (Vendée). (Brochant.)

1813, 14 mars. Pierre à Cutro, en Calabre, pendant la chute d'une grande quantité de poussière rouge. (*Bibl. Brit.*, octobre 1813.)

? 1813, en été. Beaucoup de pierres près de Malpas, non loin de Chester. (Thomson, *Ann. of Philosophy*, novembre 1813.) La relation ne me paraît pas digne d'une entière confiance, parce qu'elle est anonyme et surtout parce qu'il n'y a pas eu d'autres notices de cet événement.

1813, 10 septembre. Pierres près de Limerick, en Irlande. (*Philos. Magaz.* et *Gentlem. Magaz.*)

313, 13 décembre, d'après Nordenskiold (*Annales himie*, tome XXV, p. 78), ou 1814, en mars, d'après apport communiqué à l'Académie de Pétersbourg. res aux environs de Lontalar et Sawitaipal, non loin Viborg, en Finlande. Ces pierres ne contiennent pas ickel.

... M. Murray fait mention dans le *Philosophical azine*, juillet 1819, page 39, d'une pierre tombée à ose, dans l'île de Man, sans préciser la date. Il dit que nement est certain et que la pierre était très-légère emblable à une scorie. Elle devait donc ressem- aux pierres tombées en Espagne en 1438 (voir 89).

314, 3 février. Pierre près de Bachmut, dans le ernement d'Ékaterinoslaw, en Russie. (*Ann. de Gil-* tome L.)

314, dans le milieu de mars. Chute de pierres à otaipola, en Finlande. (Kæmtz.)

314, 5 septembre. Nombreuses pierres près d'Agen -et-Garonne). (*Ann. de chim.*, t. XCII.)

314, 5 novembre. Chute de pierres dans le Doab, Indes orientales. (*Phil. Mag.*, *Bibl. Brit.*, *Journal of ces.*)

315, 18 février. Une pierre à Duralla, aux Indes tales. (*Philos. Magazine*, août 1820, page 156.)

315, 3 octobre. Aérolithe à Chassigny, près de gres (Haute-Marne). (*Ann. de chim. et de phys.*, rie, t. I.)

316. Pierre à Glastonbury, en Somersetshire. (*Phi- Magaz.*)

1816. Aérolithe à Confolens (Aude). (*France pittor.*, tome I.)

? 1817, entre le 2 et le 3 mars. Probablement des masses sont tombées dans la mer Baltique : après l'apparition d'un grand météore à Gothenbourg, on a vu, à Odensée, une pluie de feu descendre très-rapidement vers le sud-est. (*Journaux danois.*)

? 1818, 15 février. Une grande pierre paraît être tombée à Limoges, dans un jardin au sud de la ville. Après l'explosion d'un grand météore, une masse qui tomba fit dans la terre une excavation d'un volume égal à celui d'une grande futaille. (*Gazette de France* et *Journal du commerce*, du 25 février 1818.) Il aurait fallu et il serait encore convenable de déterrer la masse.

1818, 30 mars. Une pierre près de Zaborzyca, en Volhynie, analysée par Laugier. (*Annales du Muséum*, 17e année, 2e cahier.)

1818, 10 août. Une pierre est tombée à Slobodka, dans la province de Smolensk, en Russie, d'après plusieurs journaux.

1818, 6 septembre. Aérolithe à Kilkel, en Prusse. (Kæmtz.)

1819, 13 juin. A Jonzac, département de la Charente-Inférieure, des pierres ne contenant pas de nickel.

1819, 13 octobre. Pierres près de Politz, non loin de Géra ou Kostritz, dans la principauté de Reuss. (*Ann. de Gilbert*, tome LXIII.)

1820, entre le 21 et le 22 mai. Pierres dans la nuit, à Œdenburg, en Hongrie. (*Hesperus*, t. XXVII, cah. 3.)

1820, 12 juillet. Pierres près de Likna, dans le cercle

Dünaborg, province de Witepsk, en Russie. (Théo-
e Grothus, *Ann. de Gilbert*, tome LXVII.)

820, 29 novembre. Chute abondante de pierres aux
irons de Cosenza, en Calabre. (M. Capocci, *Comptes
dus de l'Académie des sciences*, t. XI, p. 357.)

821, 15 juin. Pierres près de Juvinas, à 4 lieues
ubénas (Ardèche). Elles ne contiennent pas de nickel.
*n. de chim. et de phys.*, 2e série, tome XVII.)

822, 3 juin. Aérolithe tombé à Angers. (*Ann. de
n. et de phys.*, 2e série, t. XX, p. 89.)

822, 10 septembre. Chute de pierres près de Carl-
lt, en Suède.

822, 13 septembre. Chute d'un aérolithe près de
affe, à 2 lieues d'Épinal (Vosges). (*Ann. de chim. et
hys.*, 2e série, t. XXI, p. 17.)

822, en novembre. Aérolithe à Futtehpore dans
ndoustan. (Kæmtz.)

823, 7 août. Près de Nobleborough, État du Maine,
Amérique. (*Silliman's American Journ.*, tome VII.)

824, le 13 ou le 15 janvier. Beaucoup de pierres
s d'Arenazzo, dans le territoire de Bologne. Une
les, pesant 6 kilogrammes, est conservée dans l'Ob-
vatoire de Bologne. (*Diario di Roma.*)

824, 18 février. Grande pierre dans la province
kutsk, en Sibérie. (Quelques journaux.)

824, 14 octobre. Près de Zibrak, cercle de Beraun,
Bohême. La pierre est conservée au Musée national
Prague.

825, 16 janvier. Pierre à Malwate, dans la partie
identale de l'Hindoustan.

1825, 10 février. Chute de pierres à Nangimoy, dans l'État de Maryland.

? 1825, 12 mai. Masse de fer à Bayden, dans le Wiltshire, en Angleterre.

1825, 14 septembre. Chute de pierres aux îles Sandwich.

1826, 15 mars. Chute de pierres près de Lugano.

1826, 19 mai. Chute de pierres dans le district de Paulogrod, dans le gouvernement d'Ékaterinoslaw, en Russie.

? 1826, en août. Grosse pierre météorique, qui serait tombée pendant un orage sur le mont Galapian, dans le département de Lot-et-Garonne.

1827, 27 février. Chute de pierres près du village de Mhow, dans le district d'Azimo-Gesh (Hindoustan).

1827, 9 mai. Chute de pierres, à Drak-Creek, dans l'État de Tennessee (Amérique du nord).

? 1827, août. Très-grosse pierre dans la province de Kuld-schu, en Chine.

1827, 5 ou 8 octobre. Chute de pierres près du village de Knasti-Knasti, à quatre lieues de Bialystock.

1828, 4 juin. Chute de pierres près de Richmond, en Virginie (États-Unis).

1829, 8 mai. Chute de pierres près de Forsyth, en Géorgie (Amérique du nord).

1829, 14 août. Chute de pierres près de Deal, dans le New-Jersey (Amérique du nord).

1829, 9 septembre. Aérolithe à Krasnyi-Ugol, dans le gouvernement de Kazan. (Kæmtz.)

1829, 19 novembre. Chute d'une pierre à Prague.

31, 18 juillet. Chute d'un aérolithe à Vouillé, dans
partement de la Vienne.

31, 9 septembre. Chute de pierres près de Wessely,
le cercle de Hradisch, en Moravie.

31, décembre. Chute de pierres en Moravie. (Plie-
r.)

33, 16 juillet. Chute d'aérolithes près du village
ratschinsk, dans le gouvernement de Tobolsk.

33, 25 novembre. Chute de pierres près de Blansko,
oravie.

34, avril. Pluie de pierres, dans la ville de Kan-
r (Afghanistan).

35, 13 novembre. Aérolithe tombé dans l'arrondis-
nt de Belley (Ain). (*Comptes rendus de l'Académie
iences*, tome I.)

36, 11 décembre. Grande chute de pierres au
e de Macao, à l'entrée du rio Assu (Brésil).
*ptes rend. de l'Acad. des sciences*, t. V, p. 211.)

37, août. Chute d'une pierre à Esnandes (Charente-
ieure).

39, 13 février. Aérolithe dans le Missouri (États-
). (Quetelet.)

39, 29 novembre. Chute de pierres près de Naples.
Capocci.)

40, 17 juillet. Chute d'une grosse pierre à Ceresetto,
la province de Casal-Montferrat, à l'ouest de Milan.

41, 12 juin. Chute d'un aérolithe dans la commune
iguères, aux environs de Château-Renard (Loiret).
*ptes rend. de l'Académie des sciences*, t. XII.)

41, 17 juillet. Aérolithe dans le Milanais. (Quetelet.)

1841, 10 août. Aérolithe en Hongrie. (Quetelet.)

1842, 5 décembre. Chute d'un aérolithe aux environs de Langres. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, tome XV.)

1843, 2 juin. Chute de deux aérolithes aux environs d'Utrecht. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, tome XVI.)

1843, 16 septembre. Chute d'un grand aérolithe, à Kleinwenden, en Thuringe. (*Comptes rend. de l'Acad. des sciences*, tome XXV.)

1844, 21 octobre. Chute d'un aérolithe aux environs de Lessac (Charente). (*Comptes rend. de l'Acad. des sciences*, tome XIX.)

1847, 14 juillet. Chute d'un gros aérolithe à Braunau (Bohême). (*Comptes rend. de l'Acad. des scienc.*, t. XXV.)

La chute des aérolithes a été très-souvent accompagnée de violentes explosions. Il ne serait peut-être pas cependant exact de conclure de ce fait que tout météore qui, avant de disparaître, produit de fortes détonations, est un véritable aérolithe. Avec Chladni, je n'ai admis comme certaines que les chutes d'aérolithes dont on a pu retrouver les fragments, et j'ai rejeté les nombreux cas, relatés par divers auteurs, de globes de feu ayant éclaté dans l'atmosphère avec un grand bruit, lorsqu'on n'a découvert aucune pierre ayant les caractères de ces météores. L'ouvrage de Ma-touan-lin, auteur chinois du XIII^e siècle, traduit par M. Abel Rémusat, aurait par exemple fourni quatre-vingt-seize citations de ce genre. Selon ce que rapporte M. Rémusat, les Chinois et les Japonais notaient avec beaucoup d'exactitude toutes les

nstances relatives à l'apparition de ces singuliers omènes. Ils avaient remarqué que les pierres tom- quelquefois par un temps parfaitement serein. Ils paraient les détonations qu'elles font entendre à s du tonnerre, au bruit d'un mur qui s'écroule, au issement d'un bœuf; le sifflement qui accompagne chute au bruissement des ailes des oies sauvages ou e étoffe qu'on déchire. Suivant eux, les pierres sont urs brûlantes au moment où elles atteignent le sol: surface extérieure est noire; quelques-unes résonnent ne des substances métalliques quand on les frappe. om qu'ils leur donnent veut dire : *étoiles tombantes gées en pierres.*

es Chinois croyaient que les apparitions des aéro- s étaient liées aux événements contemporains, et pour cela qu'ils en formaient des catalogues. Je ne pas, au reste, si nous aurions trop le droit de rire de réjugé. Les savants d'Europe étaient-ils plus sages que, se refusant à l'évidence des faits, ils affirmaient des chutes de pierres, venant de l'atmosphère, nt impossibles? L'Académie des sciences ne décla- elle pas, en 1769, que la pierre ramassée au moment a chute, près de Lucé, par plusieurs personnes qui ient suivie des yeux jusqu'au point où elle atteignit l, n'était pas tombée du ciel; enfin, le procès-verbal municipalité de Juliac, constatant que, le 24 juillet ) (voir plus haut, p. 194), il tomba dans les champs es toits des maisons, dans les rues du village, une de quantité de pierres, ne fut-il pas traité, dans les aux de l'époque, de conte ridicule fait pour exciter la

pitié, non-seulement des savants, mais de tous les gens raisonnables? Les physiciens qui ne veulent admettre que des faits dont ils entrevoient une explication nuisent certainement plus à l'avancement des sciences que les hommes auxquels on peut reprocher une trop grande crédulité.

### § 5. — Masses de fer auxquelles on peut attribuer une origine météorique.

Les masses de fer probablement météoriques se distinguent par la présence du nickel, par leur tissu, par leur malléabilité et par leur gisement isolé.

Quelques-unes de ces masses sont spongieuses ou cellulaires; les cavités se trouvent remplies d'une substance pierreuse, semblable au péridote. Dans ce nombre il faut ranger :

La masse trouvée par Pallas, en Sibérie, dont les Tartares connaissaient l'origine météorique;

? Un morceau trouvé entre Eibenstock et Johanngeorgenstadt;

Une masse conservée dans le cabinet impérial de Vienne, provenant peut-être de la Norvége;

Une petite masse, pesant 2 kilogrammes, qui se trouve maintenant à Gotha.

D'autres masses sont à tissu solide et serré. Le fer consiste alors en rhomboèdres ou en octaèdres, composés de couches ou feuilles parallèles. La seule chute bien connue de masses de ce genre est celle qui eut lieu à Agram, en 1751 (voir plus haut, p. 184 et 193).

Quelques autres masses semblables ont été trouvées :

ur la rive droite du Sénégal (Compagnon, Forster, berry);

u cap de Bonne-Espérance (voir page 184) (Van-rum et de Dankelmann);

u Mexique, dans différents endroits (Sonneschmidt, Humboldt);

u Brésil, dans la province de Bahia (Wollaston et nay);

ans la juridiction de Santiago del Estero, dans la fédération Argentine (Rubin de Celis);

Elbogen, en Bohême (*Ann. de Gilbert*, tomes XLII et y);

rès de Lénarto, en Hongrie (*Ann. de Gilbert*, t. XLIX);

rès de la rivière Rouge. La masse a été envoyée de ouvelle-Orléans à New-York. (*American Mineralo-l Journal*, vol. I.) Le colonel Gibbs l'a analysée et y ouvé du nickel. Il y a encore d'autres masses sem-bles dans le même pays, d'après *The Minerva* de v-York, 1824;

ux environs de Bitbourg, non loin de Trèves, une sse qui pèse 1650 kil.; elle contient du nickel. L'ana-e faite par le colonel Gibbs se trouve dans l'*American eralogical Journal*, vol. I;

rès de Brahim, en Pologne, des masses qui, d'après analyses de Laugier, contiennent du nickel et un peu cobalt;

ans la république de Colombie, sur la cordillère entale des Andes, dans le voisinage de la saline de aquira (Boussingault et Mariano de Rivero, *Ann. de mie et de physique*, tome XXV).

A quelque distance de la côte septentrionale de la baie de Baffin, dans un endroit nommé Sowallik, il y a deux masses du même genre, selon le capitaine Ross : l'une paraît être solide ; l'autre est pierreuse et mêlée de morceaux de fer, avec lesquels les indigènes fabriquent leurs armes.

Peut-être faut-il ranger dans cette classe une grande masse d'environ 15 mètres de haut, qui se trouve dans la partie orientale de l'Asie, non loin de la source de la rivière Jaune, et que les Mongols, qui l'appellent *khada-sutfilao*, c'est-à-dire roche du pôle, disent être tombée à la suite d'un météore de feu. (Abel Rémusat.)

Il existe encore des masses d'une origine problématique. De ce nombre sont :

Une masse à Aix-la-Chapelle, qui contient de l'arsenic (*Ann. de Gilbert*, tome XLVIII) ;

Une masse trouvée dans le Milanais (*Ann. de Gilbert*, tome L) ;

Une masse trouvée à Groskamsdorf, contenant, d'après Klaproth, un peu de plomb et de cuivre. Il paraît qu'on l'a fondue, et que les morceaux conservés à Freiberg et à Dresde ne sont que de l'acier fondu qu'on a substitué aux fragments de la masse primitive.

Nous ajouterons que, d'après l'analyse faite par Brandes, le fer dont sont formés les couteaux et les harpons des Esquimaux, dans la baie de Baffin, contient 3 pour 100 de nickel, circonstance qui assigne à ce fer une origine météorique.

§ 6. — Chutes de poussières.

'observation attentive des chutes de poussières fait umer qu'elles ne diffèrent pas essentiellement des es d'aérolithes ordinaires. Quelquefois elles ont été mpagnées de chutes de pierres, comme aussi d'un ore de feu. Les poussières paraissent contenir à près les mêmes substances que les pierres météori- . Il semble qu'il n'y a d'autre différence que dans la lité avec laquelle ces amas de matière chaotique ersés dans l'univers, arrivent dans notre atmosphère. ablement dans la poussière rouge et noire, l'oxyde er est la principale matière colorante. Dans la pous- noire, on trouve aussi du carbone. On doit regarder ierres noires et très-friables tombées à Alais en 5 (voir p. 196) comme formant en quelque sorte le age de la poussière noire aux aérolithes ordinaires. ois dire cependant que l'on a recueilli de la neige e qui devait sa coloration à des causes tout à fait rentes. Ainsi, sir Charles Blagden rapporte que de la e rouge, recueillie à la baie de Baffin, était colorée le l'acide urique provenant sans doute des déjections uées d'oiseaux que l'on rencontre dans ces parages; uche de neige rouge n'était pas, il est vrai, à la sur- ; au-dessus et au-dessous la neige était parfaitement che. Thomson pense que la coloration de la neige être due à une matière organique, à quelque cry me, par exemple.

uoi qu'il en soit, voici le catalogue de toutes le

chutes de pareilles poussières que l'histoire a enregistrées jusqu'à ce jour. Le signe d'interrogation (?) indique encore ici les chutes douteuses.

L'an 472 de notre ère (suivant la chronologie de Calvisius, Playfair, etc.), le 5 ou le 6 novembre, grande chute de poussière noire (probablement aux environs de Constantinople) ; le ciel semblait brûler. Procope et Marcellin ont attribué cette chute au Vésuve.

652. A Constantinople, pluie de poussière rouge. (Théophane, Cedrenus, Matthieu Eretz.)

742. Pluie de poussière en Égypte. (Quatremère.)

743. Un météore et poussière dans différents lieux. (Théophane.)

..... Au milieu du IXe siècle. Poussière rouge et matière semblable au sang coagulé. (Monachus, Kazwini, Elmazen.)

869. Pluie rouge pendant trois jours, aux environs de Brixen. (Hadrianus Barlandus.) Peut-être ce phénomène est-il celui qu'ont rapporté les auteurs précédents.

929. A Bagdad, rougeur du ciel et chute de sable rouge. (Quatremère.)

1056. En Arménie, neige rouge. (Matthieu Eretz.)

1110. En Arménie, dans la province de Vaspouragan, durant une nuit obscure de l'hiver, chute d'un corps enflammé dans le lac de Van. L'eau devint de couleur de sang, et la terre était fendue dans différents endroits. (Matthieu Eretz.)

1219 ou 1222. Pluie rouge aux environs de Viterbe. (*Biblioteca Italiana*, tome XIX.)

1416. Pluie rouge en Bohême. (Spangenberg.)

? Dans le même siècle, à Lucerne, chute d'une pierre (voir plus haut, p. 189) et d'une masse semblable à du sang coagulé, avec apparition d'un dragon igné ou météore de feu. (Cysat.)

1501. Pluie semblable à du sang dans différents lieux, suivant quelques chroniques.

1543. Pluie rouge, en Westphalie. (*Suni commentarii.*)

1548, 6 novembre. A Mansfeld, en Thuringe, chute d'un globe de feu avec beaucoup de bruit. On trouva ensuite sur le sol une substance rougeâtre semblable au sang coagulé. (Spangenberg.)

1557. En Poméranie, grandes plaques d'une substance semblable au sang coagulé. (Martin Zeiler.)

1560. Jour de la Pentecôte, pluie rouge à Emden et à Louvain, etc. (Fromond.)

1560, 24 décembre. A Lillebonne, en Normandie, météore de feu et pluie rouge. (Natalis Comes.)

? 1582, 5 juillet. A Rockhausen, non loin d'Erfurt, chute d'une grande quantité d'une substance fibreuse, semblable à des crins humains, à la suite d'une tempête horrible, analogue aux ouragans qu'amènent les tremblements de terre. (Michel Bapst.)

1586, 3 décembre. A Verde, en Hanovre, chute de beaucoup de matière rouge et noirâtre, avec éclairs et tonnerre (météore de feu et détonation). Cette matière brûlait les planches sur lesquelles elle tombait. (Manuscrit de Salomon, sénateur à Brême.)

1591. A Orléans, à la Madeleine, pluie d'une matière semblable à du sang. (Lemaire.)

1618, en août. Chute de pierres, météore de feu et pluie d'une matière semblable à du sang, en Styrie. (De Hammer.)

1623, 12 août. A Strasbourg, pluie rouge. (Élias Habrecht, dans un Mémoire imprimé à Strasbourg, en 1623.)

1637, 6 décembre. Chute de beaucoup de poussière noire dans le golfe de Volo et en Syrie. (*Philosophical Transactions*, tome I, page 377.)

1638. Pluie rouge à Tournai.

1640, 6 octobre. Pluie rouge à Bruxelles. (Kronland et Wendelinus.)

1643, en janvier. Pluie d'une matière semblable à du sang à Vachingen et à Weinsberg, suivant une chronique manuscrite de la ville de Heilbronn.

1645, 23 ou 24 janvier. Chute de poussières à Bois-le-Duc, dans les Pays-Bas.

1652, en mai. Masse visqueuse, à la suite d'un météore lumineux, entre Sienne et Rome. (*Miscellanea Acad. naturæ curiosorum* pour 1690.)

? 1665, 23 mars. Près de Laucha, non loin de Naumburg, en Saxe. Chute d'une abondante substance fibreuse, ressemblant à de la soie bleue. (Johannes Prætorius.)

1678, 19 mars. Neige rouge, près de Gênes. (*Philosophical Transactions*, 1678.)

1686, 31 janvier. Près de Rauden, en Courlande, et en même temps en Norvége et en Poméranie, chute d'une grande quantité d'une substance membraneuse, friable et noirâtre, semblable à du papier demi-brûlé. (*Miscell. Acad. nat. cur.*, 1688, append.) Le baron Théodore de Grothus a analysé une portion de cette sub-

stance, qui avait été conservée dans un cabinet d'histoire naturelle, et y a trouvé de la silice, du fer, de la chaux, du carbone, de la magnésie, des traces de chrome et de soufre, mais point de nickel.

1689. Poussière rouge à Venise, etc. (Vallisneri.)

1704, 4 janvier. Globe de feu sur la tour de l'église du Quesnoy, qui rejaillit sur la place environnante en pluie de feu.

1711, 5 et 6 mai. Pluie de poussière à Orsion, en Suède. (*Act. lit. Sueciæ*, 1731.)

1718, 24 mars. Matière gélatineuse trouvée à la suite de la chute d'un globe de feu dans l'île de Lethy, aux Indes. (Barchewitz.)

1719. Chute de sable dans la mer Atlantique (lat. sept. 45°, longit. 322° 45′), accompagnée d'un météore lumineux. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1719, part. hist., page 23.)

1721, vers le milieu de mars, à Stuttgard. Météore et pluie rouge en grande quantité, d'après une notice écrite le 21 mars par le conseiller Vischer.

1737, 21 mai. Chute de terre attirable à l'aimant, sur la mer Adriatique, entre Monopoli et Lissa. (Zanichelli, *Opuscoli di Calogera*, tome XVI.)

1744. Pluie rouge à Saint-Pierre d'Aréna, près de Gênes. (Richard.)

1755, 20 octobre. Sur l'île de Getland, l'une des Orcades, chute d'une poussière noire, qui n'était pas venue de l'Hécla. (*Philosophical Transactions*, vol. L.)

1755, 13 novembre. Rougeur du ciel et pluie rouge dans différents pays. (*Nova acta nat. cur.*, tome II.)

1763, 9 octobre. Pluie rouge à Clèves, à Utrecht, etc. (*Mercurio historico y politico de Madrid*, octobre 1764.)

1765, 14 novembre. Pluie rouge en Picardie. (Richard.)

1781. En Sicile, poussière blanche, qui n'était pas volcanique. (Gioeni, *Philos. Trans.*, tome LXXII.)

1792, 27, 28 et 29 août, sans interruption. Pluie d'une substance semblable à de la cendre, dans la ville de la Paz, en Bolivie. Ce phénomène ne pouvait pas être attribué à un volcan. On avait entendu des explosions et vu le ciel tout éclairé. La poussière occasionna de grands maux de tête et donna la fièvre à plusieurs personnes. (*Mercurio Peruano*, t. VI, 1792.)

1796, 8 mars. On a trouvé en Lusace, après la chute d'un globe de feu, une matière visqueuse ayant la consistance, la couleur et l'odeur d'un vernis brunâtre desséché. (*Ann. de Gilbert*, t. LV.)

1803, 5 et 6 mars, en Italie. Chute de poussière rouge, sèche dans quelques lieux et humide dans d'autres. (*Opuscoli scelti*, t. XXII.)

1811, en juillet, près de Heidelberg. Chute d'une substance gélatineuse, à la suite de l'explosion d'un météore lumineux. (*Ann. de Gilbert*, t. LXVI.)

1813, 13 et 14 mars, en Calabre, Toscane et Frioul. Grande chute de poussière rouge et de neige rouge, avec beaucoup de bruit. Il tomba en même temps des pierres à Cutro, en Calabre. (*Bibl. Brit.*, octobre 1813 et avril 1814.) Sementini a trouvé dans la poussière : silice, 33 ; alumine, 15 1/2 ; chaux, 11 1/4 ; fer, 14 1/2 ; chrome, 1 ; carbone, 9. La perte de l'analyse a été de 15 pour 100 ;

auteur n'a sans doute pas cherché la magnésie et le
el.

814, 3 et 4 juillet. Grande chute de poussière noire,
Canada, avec une apparition de feu qui rend cet évé-
ent semblable à celui de 472, cité plus haut, page
. (*Philos. Magaz.*, vol. XLIV.)

814. Dans la nuit du 27 au 28 octobre, pluie rouge
s la vallée d'Oneglia, près de Gênes. (*Giornale di*
*a*, t. I, p. 32.)

814, 5 novembre. On a trouvé dans le Doab, aux
es, que chaque pierre tombée, ainsi qu'il est rapporté
haut dans le catalogue des aérolithes (voir page 198),
t formée d'un petit amas de poussière. (*Philosophical*
*azine.*)

815, vers la fin de septembre, la mer, au sud des
es, fut couverte de poussière sur une très-grande
due, probablement à la suite d'une chute cosmique.
*ilosophical Magazine*, juillet 1816.)

816, 15 avril. Neige rouge en différents lieux de
lie septentrionale. (*Giornale di fisica,* tome I, 1818,
73.)

819, 13 août, à Amherst, en Massachusetts. Chute
e masse gélatineuse et puante, à la suite d'un mé-
e lumineux. (*Silliman's Journal*, II, 335.)

819, 5 septembre, à Studein, en Moravie, dans la
diction de Teltsch, entre onze heures et midi, le ciel
t serein et tranquille, pluie de petits morceaux de
e, provenant d'un petit nuage isolé et très-clair.
*sperus*, novembre 1819, et *Ann. de Gilbert*, tome
II.)

**1819, 5 novembre.** Pluie rouge en Flandre et en Hollande. (*Ann. générales des sciences phys.*) On a trouvé dans cette pluie du cobalt et de l'acide chlorhydrique.

**1819,** en novembre, à Montréal et dans la partie septentrionale des États-Unis. Pluie et neige noire accompagnées d'un obscurcissement du ciel extraordinaire, de secousses analogues à celles ressenties pendant les tremblements de terre, de détonations semblables à des explosions d'artillerie et d'apparitions ignées, qu'on a prises pour des éclairs très-forts. (*Ann. de chimie*, t. XV.) Quelques personnes ont attribué le phénomène à l'incendie d'une forêt; mais le bruit, les secousses et toutes les circonstances de cette apparition, montrent que c'était un véritable météore, comme ceux de 472, de 1637, de 1792 et de juillet 1814 (voir pages 209, 211, 213 et 214). Il paraît que les pierres noires et friables tombées à Alais, en 1806 (voir page 196), étaient à peu près la même substance dans un état de coagulation plus avancée.

**1821, 3 mai,** à 9 heures du matin, pluie rouge dans les environs de Giessen. M. le professeur Zimmermann, ayant analysé le sédiment brun rougeâtre laissé par cette pluie, y a trouvé du chrome, de l'oxyde de fer, de la silice, de la chaux, du carbone, une trace de magnésie et des parties volatiles, mais point de nickel.

**1824, 13 août,** à Mendoza, dans la république de Buenos-Ayres. Poussière qui tombait d'un nuage noir. A une distance de 40 lieues, le même nuage se déchargea encore une fois. (*Gazette de Buenos-Ayres*, 1er novembre 1824.)

1824, 17 décembre. Chute d'une matière brûlante uhausen, en Bohême. (*Annales de Pogyendorf*, t. VI.)

## CHAPITRE III

### SUR L'ORIGINE DES AÉROLITHES

ous avons dit qu'on ne devait pas chercher la cause ierres météoriques dans les phénomènes qui se pro- ient dans l'atmosphère même dont notre Terre est irée; qu'il était probable que ces pierres circulaient l'espace, et que notre planète venait à les rencontrer sa course annuelle autour du Soleil. Dès le XVII e, des astronomes et des géomètres cherchèrent, en équence, si l'on ne pouvait pas les attribuer à que émission provenant de l'un des astres du système re, par exemple de la Lune. L'existence d'anciens ns, sur le satellite de la Terre, est démontrée en comme nous l'avons vu par l'étude des montagnes res (liv. XXI, ch. XI, t. III, p. 411 et suiv.). On y e de vastes et profonds cratères, qui ont dû vomir mmense quantité de matériaux. Voyons s'il est pos- d'admettre que les produits volcaniques, partant Lune, viennent tomber sur la Terre.

1 corps pesant qu'on soulève se précipite vers la sur- le la Terre, ou plutôt vers son centre, avec d'autant s de vitesse qu'il part de plus haut et en vertu d'une e qu'on a appelée la pesanteur. Nul doute que le e phénomène ne doive se réaliser pour les corps res qu'on élèverait au-dessus de la surface de notre

satellite. Nul doute que ces corps, en pareilles circonstances, ne doivent tomber vers la Lune.

Concevons maintenant une ligne droite qui joigne le centre de la Lune et le centre de la Terre. Il y a nécessairement une région intermédiaire entre ces deux globes où les corps qui s'y trouveraient placés seraient en équilibre également attirés par la Terre et par la Lune. En deçà de ce point, tout corps pesant tomberait vers la Terre; au delà, la chute aurait lieu vers la Lune.

Il suffirait donc, pour qu'un corps provenant de la Lune tombât sur la Terre, qu'il fût projeté de la surface de notre satellite avec une vitesse assez grande pour dépasser la région où les corps resteraient en équilibre entre les deux tendances contraires, où ils ne seraient pas plus portés à tomber sur la Lune que sur la Terre.

La pesanteur à la surface de la Lune est environ six fois plus faible que sur la Terre; en sorte que celui qui voudrait y sauter de bas en haut avec une force musculaire égale à celle que nous possédons, s'élèverait à une grande hauteur. Est-il possible d'animer un corps d'une assez grande vitesse d'impulsion pour que, lancé de la surface de la Lune, il ne vienne pas y retomber?

La question, envisagée ainsi, a pu être soumise au calcul, et l'on a trouvé, vu le peu de volume et de masse de la Lune, et l'absence d'atmosphère autour de cet astre, qu'un corps lancé dans la direction de la Terre entrerait dans sa sphère d'attraction s'il était projeté de la Lune avec une vitesse égale à 2,500 mètres par seconde.

Cette vitesse n'est pas au-dessus des vitesses de projection dont les volcans terrestres nous offrent les effets.

Cotopaxi, par exemple, en Amérique, a lancé quel-
fois des roches ardentes avec une force plus grande
celle dont le calcul précédent a assigné la valeur;
telle puissance n'est peut-être pas au-dessus des
es que l'industrie de l'homme peut créer dès aujour-
i avec certaine poudre connue des chimistes sous le
de poudre fulminante, en sorte qu'il est vrai de dire,
que extraordinaire que l'assertion puisse paraître au
nier abord, que des hommes situés sur la Lune pour-
nt se mettre en communication journalière avec la
re à l'aide de projectiles.

orsque, au commencement de ce siècle, Olbers,
lace, Poisson et M. Biot s'occupèrent des spéculations
je viens de donner un aperçu, ils avaient en vue de
fier, si, suivant l'opinion émise par Terzago, en
0, il ne serait pas absurde de chercher dans la Lune
gine des masses solides qui, dans tous les siècles, sont
oées de temps à autre sur la Terre.

n voit, par les résultats que je viens de rapporter,
y avait tout lieu d'admettre la possibilité que les
lithes fussent des portions de la Lune.

ertaines circonstances, signalées par l'analyse chi-
ue, semblaient venir à l'appui de cette origine.

e ce nombre était l'absence de fer oxydé, ce qui sem-
impliquer que ces corps, dans leur gîte naturel,
nient pas entourés d'une atmosphère renfermant de
gène.

n insistait aussi, pour donner aux aérolithes une
tité d'origine, sur leur identité de composition. Mais
rgument perdit beaucoup de sa valeur, lorsque Lau-

gier publia l'analyse de l'aérolithe tombé à Juvénas (1821, page 200).

Ce chimiste trouva, en effet, que cet aérolithe ne renfermait pas de traces de nickel, tandis que ce métal est une partie constituante très-appréciable des aérolithes tombés dans d'autres lieux.

Quelle ressemblance, d'ailleurs, aurait-on aujourd'hui le droit d'établir entre le fer météorique dont on a pu former des armes en le forgeant, et les pierres, car ce nom leur a été donné justement, qui dans leurs cassures semblent une simple agrégation de matières terreuses et de petites parcelles de métal disséminées çà et là? Les aérolithes, en effet, ont des compositions chimiques qui signalent une certaine variété d'origine. Voici comment s'exprime à cet égard M. le professeur Rammelsberg, dans le *Cosmos* de M. de Humboldt :

« On a coutume de diviser les pierres météoriques proprement dites en deux classes, d'après leur aspect extérieur. Les unes contiennent dans leur masse, en apparence homogène, des grains et des paillettes de fer météorique, attirables à l'aimant, et qui présentent absolument les mêmes caractères que les aérolithes de la même substance. A cette classe appartiennent les pierres de Blansko (1833, page 202), de Lissa (1808, page 196), de l'Aigle (1803, page 195), d'Ensisheim (1492, page 189), de Chantonnay (1812, page 197), de Kleinwenden, près de Nordhausen, d'Ersleben (1812, page 197), de Château-Renard (1841, page 202) et d'Utrecht (1843, page 203). La seconde classe est pure de tout alliage métallique et se présente plutôt sous l'aspect d'un mé-

lange cristallin de diverses substances minérales. Telles sont, par exemple, les pierres de Juvénas (1821, page 200), de Lontalar (1813, page 198) et de Stannern (1808, page 196).

« Après les premières analyses chimiques des pierres météoriques, faites par Howard, Klaproth et Vauquelin, on fut longtemps sans songer que ces corps pouvaient être formés par l'assemblage de combinaisons différentes. On se bornait à chercher en général les éléments qui les composaient, à extraire à l'aide d'un aimant le fer métallique qu'elles pouvaient contenir. Lorsque Mohs eut appelé l'attention sur l'analogie que présentaient quelques aérolithes avec certaines pierres telluriques, Nordenskjöld entreprit de prouver que l'aérolithe de Lontalar, en Finlande, était un composé d'olivine, de leucite et de fer magnétique; mais c'est à Gustave Rose que l'on doit d'avoir démontré par ses belles observations, que la pierre de Juvénas est formée de pyrite magnétique, d'augite et d'un feldspath très-semblable au labrador. Guidé par ces résultats, et appliquant, comme Gustave Rose, l'analyse chimique, Berzélius, dans un travail plus étendu, publié en 1834, rechercha la composition minérale de diverses combinaisons que présentent les aérolithes de Blansko, de Chantonnay et d'Alais. Depuis, beaucoup de savants ont suivi la route heureusement frayée par Berzélius.

« Dans la première classe des pierres météoriques proprement dites, qui est aussi la plus nombreuse, dans celle qui contient des parties de fer métallique, ce métal existe, tantôt en parcelles semées çà et là, tantôt en masses plus considérables, qui offrent quelquefois l'aspect

d'un squelette de fer, et forment une transition entre les aérolithes purs de tout mélange métallique et les masses de fer météorique dans lesquelles, ainsi qu'on le voit dans la masse de Pallas, les autres éléments disparaissent.

« La seconde classe, beaucoup moins nombreuse, a été aussi moins étudiée. Parmi les aérolithes qui la composent, les uns contiennent du fer magnétique, de l'olivine et un peu de substances feldspathiques et augitiques; les autres sont formés uniquement de ces deux derniers minéraux simples, et le feldspath y est représenté par l'anortite.

« Les pierres météoriques de la seconde classe sont, par l'effet de la présence de l'olivine, riches en magnésie; l'olivine est l'élément qui est décomposé lorsque ces pierres sont traitées par les acides.

« Comme l'olivine ordinaire, l'olivine météorique est un silicate de magnésie et de protoxyde de fer. La partie qui résiste à l'action des acides est un mélange de substances feldspathiques et augitiques dont on ne peut déterminer la nature qu'en calculant les éléments qui le composent, et qui sont : le labrador, l'hornblende, l'augite et l'oligoclase.

« Le chromate de fer, produit par la combinaison du protoxyde de fer et de l'acide chromique, se trouve, en petite quantité, dans presque toutes les pierres météoriques. L'acide phosphorique et l'acide titanique, découverts dans la pierre si remarquable de Juvénas, peuvent faire soupçonner la présence de l'apatite et de la titanite. »

i l'on ne doit pas absolument nier que quelques-uns aérolithes peuvent provenir des volcans lunaires, il cependant admettre que d'autres causes leur donnent si parfois naissance. N'y a-t-il pas, dans les espaces étaires, une sorte d'anneau plus ou moins épais, formé des corps animés d'un mouvement de circulation de autour du Soleil? Cet anneau couperait le plan de iptique sur une certaine largeur, et lorsque la Terre verait vers ces régions, elle rencontrerait quelques-s de ces masses errantes et les soumettrait à son action, les ferait tomber à sa surface, après les avoir pénétrer dans son atmosphère, où elles subiraient vent une incandescence momentanée. Ne pourrait-on concevoir aussi un grand nombre de petits corps ndus dans l'espace et formant dans le système so- comme une sorte de nébuleuse dont les divers nents seraient en quelques points moins éloignés les des autres que dans d'autres régions?

ans ces hypothèses, il devrait y avoir une certaine odicité dans l'apparition des chutes d'aérolithes. En mant dans un tableau les chutes certaines des aéro-s proprement dits et des poussières météoriques la date a été constatée, on trouve 206 phénomènes e genre pour lesquels on connaît le mois de l'événe-t, et ils se partagent de la manière suivante entre les e mois de l'année :

| Mois. | Chutes d'aérolithes. |
|---|---|
| Janvier | 14 |
| Février | 10 |
| Mars | 22 |

| Mois. | Chutes d'aérolithes. |
|---|---|
| Avril | 15 |
| Mai | 20 |
| Juin | 18 |
| Juillet | 23 |
| Août | 16 |
| Septembre | 17 |
| Octobre | 18 |
| Novembre | 20 |
| Décembre | 13 |

voit que les météores qui viennent rencontrer la
: de notre planète sont en moindre quantité de
bre à juin (seize par mois en moyenne), et plus
nts, au contraire, de juillet à novembre (dix-neuf
ois en moyenne). Les mois de mars, de mai, de
, d'octobre et novembre présentent d'ailleurs des
ia. La Terre, en circulant dans son orbite autour
leil, rencontrerait donc plus d'aérolithes en allant
phélie au périhélie, ou du solstice d'été au solstice
r; elle en trouverait sur sa route un moins grand
e en marchant du périhélie à l'aphélie, ou du sol-
l'hiver vers le solstice d'été.

doit cependant remarquer que les chutes d'aéro-
constatées dans les pays dont la civilisation est
avancée pour avoir des annales historiques, ne
nt être qu'une fraction du nombre total des phéno-
: de ce genre dont l'existence serait authentique-
prouvée si l'on avait de constants observateurs sur
la surface des mers et dans toutes les parties de la
ferme. Quoi qu'il en soit, en parcourant les cata-
s on est porté à admettre non-seulement une cer-
périodicité des phénomènes selon que la Terre

ipe telle ou telle position sur l'écliptique, mais encore e de certaines années où l'on voit les chutes d'aéro- s se presser en quelque sorte après qu'il s'est écoulé ongs intervalles pendant lesquels elles ont été assez s.

## CHAPITRE IV

### ACCIDENTS CAUSÉS PAR DES AÉROLITHES

a rareté des chutes d'aérolithes n'est pas assez grande r que ces phénomènes n'aient pas causé des accidents portés par les chroniques.

n lit dans le catalogue des étoiles filantes et des es météores observés en Chine, catalogue rédigé par Édouard Biot, qu'une pierre tombée en Chine, le anvier 616 de notre ère, fracassa des chariots et tua hommes.

e capitaine suédois Olaus-Ericson Willmann, entré me volontaire au service de la compagnie hollandaise Indes Orientales, rapporte, dans un recueil imprimé 1674, qu'étant en mer, une boule qui pesait 4 kilo- mmes tua deux hommes en tombant sur le pont de navire qui voguait à pleines voiles. (Voir le catalogue aérolithes, page 191.)

Vers le même temps une petite pierre, tombée à Milan, é un franciscain.

e chimiste Laugier a laissé un échantillon de pierre éorique accompagné d'une note portant en substance cet aérolithe était tombé avec explosion près de uefort, en Amérique; qu'il avait écrasé une chau-

mière, tué le métayer et du bétail, et fait en terre un trou de près de 2 mètres de profondeur.

On attribue aussi à des pierres météoriques l'incendie de plusieurs habitations. Ces faits se lient à l'hypothèse que beaucoup de pierres météoriques s'enflamment en traversant notre atmosphère pour arriver à la surface de la Terre. Il est très-vrai que certaines chutes d'aérolithes ont été précédées de l'apparition de globes de feu ou *bolides* qui ont disparu tout à coup en faisant entendre de violentes détonations et se brisant en un très-grand nombre de fragments retrouvés épars sur de grandes étendues de terrain. Parmi les phénomènes de ce genre, un des plus importants est celui de la chute de pierres qui eut lieu le 26 avril 1803 (voir catalogue, page 195), aux environs de l'Aigle. Un globe enflammé, d'un éclat très-brillant, a été aperçu, vers une heure après midi, de Caen, de Pont-Audemer et des environs d'Alençon, de Falaise et de Verneuil. Quelques instants après on entendit à l'Aigle et trente lieues à la ronde une violente explosion, et des pierres furent lancées, selon la détermination de M. Biot, sur une surface elliptique d'environ deux lieues et demie de long et d'à peu près une lieue de large. Le grand axe de cette ellipse était dirigé du sud-est au nord-ouest. La plus grosse de toutes les pierres qu'on a trouvées pesait 8 kilogrammes et demi. Aucune de ces pierres ne parut incandescente au moment où l'on put les ramasser, et elles répandaient une vive odeur de soufre.

Les aérolithes qui tombèrent à Braunau le 14 juillet 1847 (voir page 203), étaient encore tellement chauds

heures après leur chute, que l'on ne pouvait les tou-
sans se brûler.

es faits précédents ne laissent aucun doute sur la
ibilité d'incendies causés par les chutes de pierres
éoriques, lors même que ces pierres n'ont pas tou-
s été retrouvées après l'événement.

oici les principaux faits de ce genre qui ont été
eillis :

'an 944 de notre ère, des globes de feu, selon la
nique de Frodoard, parcoururent les airs et incen-
ent des maisons.

e 7 mars 1618, l'incendie qui consuma la grande
du Palais-de-Justice de Paris fut causé, dit-on, par
météore enflammé, « large d'un pied et haut d'une
dée, » qui tomba après minuit sur ce monument.

'aérolithe tombé à Captieux, près de Bazas, le 13
1759, incendia, dit-on, une écurie (voir le cata-
e, page 193).

'après les *Mémoires de l'Académie de Dijon,* du 11
2 novembre 1761, une maison de Chamblan, à une
i-lieue de Seurre, en Bourgogne, fut incendiée par
de la chute d'un météore.

e 13 novembre 1835, un brillant météore apparut
neuf heures du soir, par un ciel serein, dans l'arron-
ement de Belley (Ain). Sa course semblait dirigée
sud-ouest au nord-est. Il éclata près du château de
zières et incendia une grange couverte en chaume,
remises, les écuries, les récoltes, les bestiaux. Tout
brûlé en quelques minutes. Un aérolithe a été retrouvé
le théâtre de l'événement (voir le catalogue, p. 202).

On présume que l'incendie de la ferme de Tamerville, près de Valognes, qui eut lieu dans la nuit du 3 au 4 août 1840, est dû à un météore igné que plusieurs personnes, placées sur des points différents, ont vu traverser les airs du nord au sud, dans la direction de la ferme qui a été brûlée.

Le 25 février 1841, un bolide venant du nord-est tomba sur le toit d'un pressoir situé au hameau nommé les Bois-aux-Roux, commune de Chanteloup, arrondissement de Coutances (Manche), et y alluma un incendie qui se communiqua à deux maisons contiguës.

On attribue à la chute de météores ignés des incendies qui eurent lieu aux environs de Montierender (Haute-Marne), du 9 au 18 novembre 1843.

Le 16 janvier 1846, un bolide, dirigé du nord au sud, et laissant derrière lui une trace lumineuse, incendia un bâtiment à la Chaux, arrondissement de Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

Le 22 mars de la même année, à trois heures du soir, une gerbe lumineuse, qui a sillonné l'espace avec une grande vitesse et un bruit assez intense, est tombée sur une grange de la commune de Saint-Paul, arrondissement de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne); en un instant tout est devenu la proie des flammes; les bestiaux renfermés dans les étables ont été entièrement consumés.

Si tous ces accidents ne sont pas dus à des chutes d'aérolithes ou de bolides, si quelques-uns proviennent des étoiles filantes, on doit s'étonner de leur peu de fréquence lorsque l'on considère la grande abondance de ces derniers météores.

poids des aérolithes est souvent très-considérable, explique parfaitement la possibilité d'accidents très-s. Nous citerons particulièrement l'aérolithe de

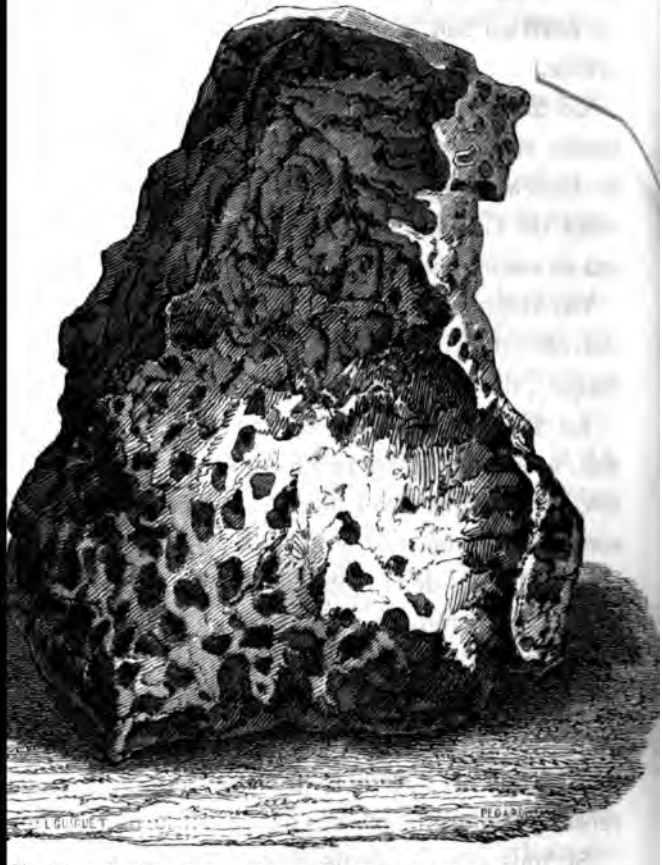


Fig. 326. — Aérolithe de Santa-Rosa, réduit au dixième de sa hauteur.

é (1831, page 202) pesant 20 kilogrammes; de Chantonnay (1812, page 197) pesant 34 kilo-mes; celui de Juvénas (1821, page 200) pesant

92 kilogrammes; celui d'Ensisheim (1492, page 189) pesant 138 kilogrammes. L'aréolithe tombé en 1810 à Santa-Rosa, dans la Nouvelle-Grenade (voir plus haut, p. 197), sur le chemin de Pamplona à Bogota, et dont on doit la description à MM. Boussingault et Mariano de Rivero, pèse 750 kilogrammes; son volume est à peu près le dixième d'un mètre cube. Aux environs du lieu où cette masse est tombée, les deux savants voyageurs ont trouvé plusieurs fragments météoriques ayant une composition analogue à celle de la masse principale, savoir 92 de fer et 8 de nickel. Cette grande masse, dont nous devons le dessin (fig. 326) à l'obligeance de M. Boussingault, avait une forme irrégulière et caverneuse, sans aucun enduit vitreux. Lorsqu'on la découvrit, elle était presque complétement enterrée; une pointe de quelques centimètres de hauteur seulement paraissait à la surface du sol.

## CHAPITRE V

### DES BOLIDES

Les globes de feu ou bolides apparaissent subitement et disparaissent tout à coup après avoir répandu une brillante lumière pendant quelques secondes. Leur forme est circulaire et ils présentent un diamètre apparent sensible. Ils illuminent l'horizon d'une lumière un peu plus faible, en général, que celle de la Lune. Souvent ils laissent derrière eux une sorte de traînée visible pendant un temps plus ou moins long. Quelquefois ils éclatent en

ments qui continuent leur course et s'éteignent bien-
Ainsi que nous l'avons dit dans le chapitre précédent,
ains fragments forment des aérolithes que l'on re-
ve à la surface de la Terre.

es apparitions de bolides connues jusqu'à ce jour
résumées dans le catalogue suivant, où le signe
terrogation (?) indique, comme précédemment, les
aritions douteuses; les observations dont les sources
ont pas citées sont extraites des catalogues de Chladni
e M. Hoff, confondus par M. Kæmtz (*Lehrbuch der
orologie*, t. III) en une seule liste avec les aérolithes,
chutes météoriques diverses, et les météores lumi-
x de nature problématique.

'an 91 avant notre ère. Un globe de feu qui effaça
at du Soleil.

4, 7 avril. Bolide en Chine. (Édouard Biot, *Catalogue
éral des étoiles filantes et autres météores observés en
ne*, *Mémoires des savants étrangers*, t. x.)

1. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

4 de notre ère, 4 avril. Bolide en Chine, suivi d'une
osion. (Éd. Biot.)

5, 25 janvier. Bolide en Chine, suivi d'une explo-
. (Éd. Biot.)

7, 14 novembre. Bolide en Chine, suivi d'une explo-
. (Éd. Biot.)

8, 22 mai. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

4. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

0, 22 juin. Bolide en Chine, suivi d'une explosion.
. Biot.)

9, 25 juin. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**103, 6 janvier.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**138, 27 mars.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**263.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**303, 5 décembre.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**304, 15 septembre.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**305.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**307, 26 septembre.** Bolide en Chine, de la grandeur apparente du Soleil, suivi d'une traînée lumineuse, se dirigeant du sud-ouest au nord-est et ayant disparu avec une explosion. (Éd. Biot.)

**310.** Un bolide en Chine qui accompagna une chute de pierres (voir p. 186)

**310, 23 octobre.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**322, 10 septembre.** Bolide en Chine, suivi d'une traînée lumineuse. (Éd. Biot.)

**333.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion, et dont la chute a donné naissance à un aérolithe (voir plus haut, p. 186). (Éd. Biot.)

**337, 30 juillet.** Gros bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**340, 15 mars.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**352, 21 juillet.** Gros bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**354, 14 mai.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**369, 10 décembre.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1, 20 novembre. Bolide en Chine, suivi d'une
sion. (Éd. Biot.)
8. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)
9, 4 avril. Bolide en Chine, suivi d'une traînée
ieuse et d'une explosion. (Éd. Biot.)
4. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd.
)
3. Bolide en Chine, suivi d'une traînée lumineuse.
Biot.)
2, 6 juillet. Gros bolide en Chine, suivi d'une
sion. (Éd. Biot.)
5, 22 octobre. Bolide en Chine, suivi d'une explo-
(Éd. Biot.)
545. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
549. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
552. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
554. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
5, 31 mars. Bolide en Chine, suivi d'une traînée
ieuse. (Éd. Biot.)
8, 18 mars. Bolide en Chine, suivi d'une explosion.
Biot.)
8, 8 janvier. Bolide en Chine de la grosseur appa-
du disque de la Lune. (Éd. Biot.)
8, 21 juillet. Bolide en Chine, suivi d'une traînée
ieuse. (Éd. Biot.)
8, 12 août. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
9, 15 mai. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
9, 23 juin. Bolide en Chine, suivi d'une explosion.
Biot.)
9, 30 août. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

580, septembre. On voit un globe de feu parcourir le ciel. (Dom Bouquet, *Recueil des historiens des Gaules*, tome II.)

581, 3 janvier. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

583, 31 janvier. Un globe de feu se détache du ciel et parcourt un grand espace. (Grégoire de Tours, dom Bouquet, tome II.)

? L'an 584, en décembre. Un globe de feu parcourt le ciel dans le milieu de la nuit et répand une vive clarté au loin. Des lueurs très-vives s'attaquent, se séparent et s'éteignent. Le ciel est tellement éclairé, qu'on croit voir naître l'aurore. (Grégoire de Tours, Aimoin, *Chroniques de Saint-Denis*, dom Bouquet.)

585, 28 octobre. Un globe de feu étincelant et produisant un grand bruit tombe sur terre. (Grégoire de Tours, dom Bouquet.)

587, janvier. On vit en l'air, à Paris, une grande masse de feu étincelante. (Sauval.)

? 590, en mars. Des globes de feu parcourent le ciel plusieurs fois pendant la nuit. (Grégoire de Tours, dom Bouquet.)

? 600. Des globes de feu parcourent la partie occidentale du ciel, comme une multitude d'astres, comme une multitude de lances enflammées. Une lumière très-vive a régné toute la nuit. (Les chroniqueurs, dom Bouquet, tomes II et III.)

616, 14 janvier. Gros bolide en Chine dont la chute a causé l'accident rapporté plus haut, p. 224. (Éd. Biot.)

16, 28 mai. Bolide en Chine, qui a donné naissance
e chute d'aérolithes (voir plus haut, p. 186). (Éd. Biot.)
16, 14 octobre. Bolide en Chine, suivi d'une explo-
. (Éd. Biot.)
16, 15 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
17, 11 juin. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
20, 29 novembre. Bolide en Chine, suivi d'une ex-
sion. (Éd. Biot.)
629. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
640. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
42, 22 juillet. Bolide en Chine, de la grandeur ap-
ente du disque de la Lune. (Éd. Biot.)
44. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)
653. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
66, 15 février. Bolide en Chine, suivi d'une explo-
. (Éd. Biot.)
70. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)
07, 24 avril. Bolide en Chine, suivi d'une explosion.
l. Biot.)
08, 16 mars. Bolide en Chine, suivi d'une explosion.
. Biot.)
713. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
44, 4 avril. Bolide en Chine, de la grosseur appa-
e du disque de la Lune, et suivi d'une explosion.
. Biot.)
57, 19 mai. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
57, 3 décembre. Bolide en Chine, suivi d'une traînée
ineuse. (Éd. Biot.)
67, 15 octobre. Bolide en Chine, suivi d'une traînée
ineuse. (Éd. Biot.)

**768, 19 octobre.** Bolide en Chine, suivi d'une traînée lumineuse. (Éd. Biot.)

**771, 2 novembre.** Bolide en Chine, suivi d'une traînée lumineuse. (Éd. Biot.)

**773, 18 juillet.** Bolide en Chine, suivi d'une traînée lumineuse.

**774, 18 janvier.** Même observation. (Éd. Biot.)

**775, 9 avril.** Même observation. (Éd. Biot.)

**798, 20 juin.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**809, 16 septembre.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**811, 30 mars.** Gros bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**813 ou 814.** Un gros et éclatant bolide. (Kæmtz, *Meteorologie*, tome III, page 265.)

**817, 26 octobre.** Bolide en Chine, accompagné d'une traînée lumineuse et suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**822, 26 novembre.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**823, 23 septembre.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**837, 8 novembre.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**? 837, 18 décembre.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**839, 3 octobre.** Bolide en Chine, accompagné d'une traînée lumineuse et suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**841, 22 décembre.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**877.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**? 898.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**900, 20 avril.** Grand bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**903.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1, 17 décembre. Bolide en Chine, suivi d'une explo- (Éd. Biot.)

25, 7 octobre. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. Biot.)

34, 14 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

44. « Des globes de feu parcourent les airs; quel- -uns ont incendié des maisons. » (Voir plus haut, 226), *Frodoardi Chron.*, dom Bouquet, tome )

52. Une pierre tout en feu, telle qu'une masse de ncandescent, parcourt le ciel en partant de l'occident. oit un serpent. (*Annales wirziburgenses.*)

54, 20 février. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. Biot.)

60, 19 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

60, 20 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

60, 23 décembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

62, 13 juin. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. Biot.)

64, 3 avril. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

66, 12 juin. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

66, 14 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

68, 3 août. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

69, 20 juillet. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

71, 20 septembre. Bolide en Chine, suivi d'une explo- . (Éd. Biot.)

72, 28 septembre. Bolide en Chine, suivi d'une explo- . (Éd. Biot.)

74, 14 octobre. Bolide en Chine, suivi d'une explo- . (Éd. Biot.)

**975.** On voit un globe de feu tomber sur la Terre. (*Annales Corbienses*, Pertz, t. III.)

**978, 5** novembre. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**987, 17** juillet. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**988, 13** mai. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**988, 12** juillet. Bolide en Chine, de la grandeur apparente de la moitié du disque de la Lune. (Éd. Biot.)

**989, 8** mai. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**990, 30** novembre. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**996, 21** mai. Bolide en Chine, avec une traînée lumineuse et produisant une explosion. (Éd. Biot.)

**1002, 12** octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1004, 25** janvier. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1004, 12** décembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1005, 5** juin. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1005, 11** décembre. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1006, 16** août. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1009, 1er** avril. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1010, 14** mai. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1010, 7** août. Bolide en Chine, suivi d'une traînée lumineuse. (Éd. Biot.)

**1010, 11** septembre. Même observation. (Éd. Biot.)

**1010, 14** octobre. Même observation. (Éd. Biot.)

11, 23 juillet. Même observation. (Éd. Biot.)
11, 2 août. Même observation. (Éd. Biot.)
11, 16 novembre. Même observation. (Éd. Biot.)
12, 11 septembre. Même observation. (Éd. Biot.)
18, 9 novembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
28, 16 mai. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. Biot.)
40, 17 décembre. Bolide en Chine, suivi d'une explo- (Éd. Biot.)
46, 14 juillet. Bolide en Chine, suivi d'une explo- (Éd. Biot.)
60, 5 février. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. Biot.)
61, 18 décembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
64, 7 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
64, 13 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
68, 25 juillet. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
70, 11 avril. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
73, 6 décembre. Bolide en Chine, accompagné ; traînée lumineuse. (Éd. Biot.)
74, 13 août. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)
78, 13 juillet. Bolide en Chine, suivi d'une explo- (Éd. Biot.)
95, 4 avril. Un bolide en France.
08. Un bolide en Chine.
09. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.
43. On rapporte qu'en cette année des signes appa- ıt dans le ciel, des globes de feu brillèrent en plu- s lieux et disparurent ensuite dans une autre partie el. (Lycosthène.)

**1198, 2 août.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1221, 1er janvier.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1228, 10 juillet.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1230, 25 décembre.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1231, 18 octobre.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1241, 1er août.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1243, 27 août.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1260, 25 novembre.** Bolide en Chine, accompagné d'une traînée lumineuse et suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1278.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1325, 22 mai.** Un gros bolide à Florence.

**1328, 28 juin.** Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

**1344.** « Un météore (*chasma*) ou un globe de feu tombe du ciel. » (Lycosthène.)

**1352, 22 octobre.** Un gros bolide avec explosion en Italie.

**1356, 3 décembre.** Bolide en Chine, se dirigeant du nord-ouest au sud-est, et suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1358, 8 décembre.** Bolide en Chine, qui produisit un aérolithe (voir plus haut, p. 189).

**1359, 17 février.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1404, 6 janvier.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

**1424, 21 juin.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd Biot.)

**1427, 12 janvier.** Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

449, 16 décembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

451, 10 septembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

465, 22 septembre. Les troupes du duc de Bour-
ne tenaient la ville bloquée lorsque, pendant la nuit,
t un météore qui épouvanta les assiégés, d'autant
qu'on le vit comme sortir du camp ennemi. Il vint
ber dans les fossés près des remparts de la porte
t-Antoine, à Paris. (Sauval.)

1476, 11 décembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

484, 3 juin. Bolide en Chine, suivi d'une explosion.
. Biot.)

491, 15 novembre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

495, 12 mai. Bolide en Chine, suivi d'une explosion.
. Biot.)

496, 23 avril. Bolide en Chine, suivi d'une explo-
. (Éd. Biot.)

497, 11 février. Gros bolide en Chine, suivi d'une
osion. (Éd. Biot.)

498, 17 février. Bolide en Chine, suivi d'une explo-
. (Éd. Biot.)

501, 18 août. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

503, 9 mars. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

507, 4 octobre. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

510, 9 mai. Bolide en Chine de la grosseur appa-
e du disque de la Lune, se dirigeant du sud-est au
d-ouest, et suivi de deux traînées lumineuses. (Éd.
.)

511, 17 septembre. Bolide en Chine, suivi d'une
losion. (Éd. Biot.)

520, 15 mai. Bolide en Chine de la grosseur appa-

rente du disque du Soleil, et suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1566, 17 juillet. Bolide à Paris.

1577, 11 octobre. Bolide en Suisse.

1584, 19 février. Bolide à Zurich.

1585, 28 juillet. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1587, 4 juillet. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1589, 16 février. Bolide en Chine de la grosseur du disque de la Lune, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1603, 10 septembre. Bolide en Suisse, se dirigeant du nord au sud.

1610, 11 mars. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1613, 21 janvier. Bolide en Chine. (Éd. Biot.)

1615, 19 mai. Bolide en Chine, suivi d'une explosion. (Éd. Biot.)

1618, 12 novembre. Bolide en Chine, suivi d'une explosion, et dont la chute produisit un aérolithe (voir plus haut, p. 191). (Éd. Biot.)

1623, 10 mars. Bolide à Zurich.

1623, 17 novembre. Bolide en Allemagne, se dirigeant de l'ouest à l'est.

1637, 3 octobre. Gros bolide en France.

1637, 27 novembre. Bolide dans le sud-est de la France, qui a produit l'aérolithe du mont Vaisien (voir plus haut, p. 191).

1641, 25 septembre. Gros bolide en Lusace.

42, au commencement de décembre. Un bolide en grie.

43, 6 février. On vit un bolide à Glaris, en Suisse, n entendit deux explosions.

47, 18 février. Un bolide à Zwickau, en Saxe, npagné de la chute d'un aérolithe (voir plus haut, 191).

48, 8 janvier. Bolide dans les États de Naples.

48, 10 janvier. Gros bolide près de Glückstadt, le Holstein.

49, 1er septembre. Bolide à Hambourg.

51, 7 janvier. Un bolide en Suisse, accompagné bruit continu semblable à une canonnade.

60, 23 février. Bolide à Wittenberg.

61, 20 janvier. Bolide en Suisse.

62, 26 avril. Bolide à Kœnigsberg, en Prusse.

63, 13 mars. Bolide près de Malmöe, en Norvége, clate avec fracas.

64, 8 avril. Bolide en Saxe.

68, 19 ou 21 juin. Bolide dans le nord de l'Italie, rigeant de l'ouest à l'est, et coïncidant avec la chute ierres constatée à Vérone (voir page 192).

76, en janvier ou février. Explosion d'un bolide grand bruit en Suisse.

76, 31 mars. Bolide en Italie et en Allemagne.

76, 20 septembre. Bolide en Angleterre.

80, 22 mai. Bolide dans le nord de l'Allemagne.

80, 17 décembre. Bolide en Courlande, se dirigeant est à l'ouest.

82, en décembre. Bolide en Saxe.

1683, 12 août. Bolide à Leipzig.

1684, 19 mai. Bolide près d'Annaberg, en Saxe.

1684, 13 novembre. Entre Joachimsthal et Gottesgabe, énorme bolide avec une longue traînée.

1684, 17 novembre. Bolide en Bretagne.

1686, 19 juillet. Bolide à Leipzig.

1687, 22 mai. Bolide à Paris.

1688, 17 avril. Bolide avec une longue traînée ondoyante à Heilbronn.

1692, 9 avril. A Temeswar, en Hongrie, un météore de feu avec bruit effroyable.

1700, 7 janvier. Un grand bolide en Normandie, se dirigeant de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est.

1704, 4 janvier. Bolide au Quesnoy (voir plus haut, page 212).

1704, 25 décembre. Grand bolide en Espagne, dont l'explosion donne les pierres tombées à Barcelone (voir page 192).

1708, 31 juillet. Bolide en Angleterre.

1709, 4 mars. Bolide à Lima, au Pérou.

1710, 17 mai. Bolide en Angleterre.

1711, 11 mars. Bolide en Suisse.

1717, 10 août. Bolide aperçu en Silésie, Pologne, Prusse, Hongrie, Lusace.

1718, 19 mars. Apparition d'un météore presque aussi brillant que le Soleil. Les étoiles s'effacèrent complétement. On ne voyait presque plus la Lune quoique alors son âge fût de neuf jours. La disparition du météore fut suivie d'une forte détonation. La hauteur verticale du phénomène pendant toute l'apparition était de 119 lieues.

ırait pu être aperçu à 240 lieues de distance. Son ètre était de 2,560 mètres. Il se mouvait avec une sse de 2,700 mètres par seconde. (Halley, *Transac- philosophiques*, 1718.)

718, 24 mars. Un bolide dans l'île de Lethy, aux s, suivi de la chute d'une masse gélatineuse (voir haut, page 212).

719, 22 février. Bolide vu dans le nord de l'Italie, lirigeant de l'est à l'ouest, et suivi d'une explo-

719, 30 mars. Grand bolide dans les Pays-Bas.

721, 26 janvier. Bolide en Suisse.

722, 1er février. Bolide se dirigeant du sud-ouest au l-est, aperçu en Suisse et en Alsace.

723, 6 janvier. Bolide en Portugal.

723, 22 août. Bolide brillant observé en Pologne et ilésie.

725, 22 octobre. Bolide dans le Maryland.

726, 4 février. Bolide à Ratisbonne.

728, 29 mars. Bolide en Lusace.

728, 30 mai. Bolide à Campo-Maior, en Portugal.

728, 4 décembre. Bolide à Nürnberg.

729, 19 avril. Bolide à Genève, dont l'apparition de sept à huit minutes.

729, 2 juin. Bolide en Suisse.

729, 23 août. Bolide à Paris.

729, 1er octobre. Bolide en Suède.

729, 25 novembre. Grand bolide observé en Tos-

730, 13 avril. Bolide à Mons, en Belgique.

1730, 17 juillet. Bolide à Neistze, en Silésie.

1730, 20 août. Bolide en Lusace, se dirigeant du sud-ouest à l'est.

1731, 3 mars. Bolide à Upsal, en Suède.

1731, 12 mars. Bolide à Halstead, comté d'Essex, en Angleterre, d'où, après une explosion, il tomba une grosse pierre (voir page 193).

1733, en août. Bolide se dirigeant de l'ouest à l'est, en Angleterre.

1734, 13 mars. Bolide suivi d'une traînée lumineuse à Londres.

1734, 9 décembre. Bolide suivi d'une explosion à Ratisbonne.

1736, 1er octobre. Grand bolide en Angleterre.

1737, 5 décembre. Bolide en Angleterre.

1738, 13 juillet. Bolide à Paris.

1738, 28 ou 29 août. Bolide en Angleterre, suivi d'une explosion.

1739, 3 juin. Bolide à Cambridge, dans l'Amérique du nord, se dirigeant du sud au nord, et suivi d'une explosion entendue, dit-on, dans des localités distantes de plus de 30 lieues.

1739, 2 décembre. Bolide en Angleterre, se dirigeant du nord au sud.

1740, dans la nuit du 23 au 24 février. Bolide à Toulon, suivi d'une forte explosion.

1741, 11 décembre. Bolide en Angleterre, suivi d'une forte explosion.

1742, 2 novembre. Bolide dans l'Amérique du nord, se dirigeant du sud-ouest au nord-est.

742, 16 décembre. Bolide à Londres.

744, 7 mai. Bolide à Oxford.

744, 27 mai. Bolide à Londres, suivi d'une longue
née lumineuse.

745, 13 octobre. Bolide à Bologne.

749, 4 novembre. Bolide sur la mer Atlantique.

750, 9 février. Bolide en Silésie, se dirigeant du
ouest au nord-est et s'étant partagé en quatre par-
après une explosion.

750, 12 avril. Bolide à Hambourg, se dirigeant du
est au nord-ouest.

750, 7 juin. Bolide à Norwich, en Angleterre.

750, 22 juillet. Bolide en Angleterre, se dirigeant du
l au sud.

751, 26 mai. Bolide à Agram, à Hanovre, et à
stadt, qui a coïncidé avec la chute de pierres de
dschina (voir p. 193).

752, 19 juin. Bolide à Nîmes, se dirigeant du nord
ud.

752, 25 décembre. Bolide à Glasgow, se dirigeant
ord-est au sud-ouest.

753, 4 novembre. Bolide en France qui disparut avec
nation.

754, 26 février. Bolide en Angleterre.

754, 15 août. Bolide en Angleterre et en Hollande.

755, 27 novembre. Grand bolide en Suède, se diri-
t du sud-ouest au nord-est.

756, 15 janvier. Bolide à Milverton, dans le Somer-
ire, se dirigeant du sud-ouest au nord-est.

756, 21 janvier. Bolide en Angleterre.

1756, 26 janvier. Bolide en Angleterre.

1756, 28 février. Bolide à Cologne.

1756, 3 mars. Bolide en France.

1756, 29 avril. Grand bolide à Nevington, en Angleterre.

1757, 18 février. Bolide à Rouen, suivi d'une traînée.

1757, 26 février. Bolide en Irlande, se dirigeant de l'ouest à l'est, et suivi d'une traînée lumineuse.

1758, 26 novembre. Bolide en Angleterre et en Écosse, se dirigeant du sud-est au nord-ouest.

1758, 22 décembre. Bolide à Colchester.

1759, 4 mai. Bolide à Neufundland.

1759, 20 octobre. Bolide à Whitby, en Angleterre, se dirigeant du nord au sud.

1760, 10 mai. Bolide dans l'Amérique du nord, se dirigeant du nord-ouest au sud-est et ayant disparu après trois détonations, dont le bruit a été entendu dans des localités distantes de plus de 30 lieues.

1761, 26 janvier. Bolide dans les environs de Copenhague, se dirigeant du sud au nord.

1761, 3 novembre. Bolide à Withby, en Angleterre, se dirigeant du nord-est au sud-ouest et suivi d'une longue traînée.

1761, 12 novembre. Bolide en Angleterre, se dirigeant du nord-ouest au sud-est, et suivi d'une forte détonation.

1762, 30 avril. Grand météore lumineux en Suède, suivi d'une forte explosion.

1762, 24 juillet. Bolide en Saxe et dans le Brandenburg, se dirigeant du sud-sud-ouest au nord-nord-est

yant disparu avec une forte détonation entendue de lités distantes de plus de 40 lieues.

762, 5 décembre. Bolide en Angleterre, suivi d'une gue traînée lumineuse.

763, 13 janvier. Bolide vu de plusieurs points de Suède, se dirigeant du nord au sud-ouest et suivi de es explosions.

763, 15 janvier. Bolide à Reading, en Angleterre, i d'une longue traînée.

763, 29 avril. Bolide à Paris.

765, 11 octobre. Bolide dans le comté de Sussex, irigeant du nord-est au sud-ouest, et ayant disparu une forte détonation.

766, 26 octobre. Bolide en Angleterre, se dirigeant nord-ouest au sud-est.

771, 17 juillet. Grand bolide en France et en Anerre.

771, 9 novembre. Bolide en Souabe.

772, 10 février. Bolide en Angleterre, se dirigeant nord-ouest au sud-est.

773, 29 juillet. Bolide en France, suivi d'une ée.

773, 8 août. Bolide en Angleterre, se dirigeant de est à l'est et suivi d'une forte explosion.

776, 12 mai. Bolide à Mexico.

776, 11 juillet. Bolide à Oxford, suivi d'une forte osion.

778, en février. Bolide à Berlin.

778, 26 août. Bolide à Sondrio, en Italie, suivi e explosion.

**1779, 8 mars.** Bolide en France dans le département de l'Ain, se dirigeant de l'est à l'ouest.

**1779, 5 août.** Bolide à Pékin, se dirigeant du nord-ouest au sud-est, suivi d'une forte détonation.

**1779, 31 octobre.** Bolide en Virginie.

**1780, 11 avril.** Bolide en Angleterre, se dirigeant du nord-est au sud-est, suivi d'une forte explosion et d'une chute de pierres à Beeston (voir plus haut, p. 194).

**1782.** Dans une belle nuit d'été on vit dans le nord de l'Italie un bolide se dirigeant du nord-est au sud-ouest, qui fit une violente explosion, et dont des pierres tombèrent près de Turin (voir plus haut, p. 194).

**1783, 18 août.** Bolide en Angleterre, en Écosse, en France et dans les États-Romains.

**1783, 4 octobre.** Bolide en Angleterre.

**1784, 30 juillet.** A huit heures du soir, à Prague, un globe de feu, de la grosseur environ de la huitième partie de la Lune, traversa les airs dans la direction de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest. (*Éphémérides de la Société palatine.*)

**1784, 11 septembre.** Un globe de feu dans le nord de l'Italie, se dirigeant du sud-sud-est au nord-nord-ouest.

**1785, 10 janvier.** Bolide à Valence.

**1785, dans la nuit du 31 mai au 1er juin.** Bolide entre Florence et Bologne.

**1786, 10 avril.** Bolide à Moura, en Portugal, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.

**1786, novembre.** On vit, pendant deux nuits, des bolides qui firent explosion près de Valladolid, dans la Nouvelle-Espagne.

787, vers la fin d'août. Bolide à Portsmouth, dans le -Hampshire (Amérique du nord).

787, 1er septembre. Bolide à Édinburgh.

788, 17 octobre. Bolide dans le Connecticut et la ince de New-York, se dirigeant de l'est à l'ouest.

789. Dans un soir d'été on vit un bolide aux environs Vorms.

790, 24 juillet. Bolide à Juliac, en France, se diri- t du nord-est au sud-ouest et suivi d'une explo- qui donna naissance à une chute de pierres (voir 94).

792, 18 avril. Bolide à Lima.

792, en septembre. Grand bolide à Mayence.

794, 16 juin. Bolide à Sienne, suivi d'une longue ée, et ayant éclaté avec une forte explosion accom- ée de la chute de pierres citée plus haut, p. 195.

796, 8 mars. Grand bolide en Lusace, Saxe, Bran- urg, Silésie et Bohême.

797, 13 juillet. Bolide à Gœttingue.

798, 8 ou 12 mars. Bolide à Genève, se dirigeant 'est à l'ouest, et qui donna naissance à la pierre ée à Sales, près de Villefranche (voir plus haut, 95).

798, 28 juillet. Bolide en Angleterre, suivi d'une osion.

798, 22 septembre. Bolide en Angleterre, se diri- t de l'ouest à l'est.

798, 20 novembre. Bolide en Angleterre.

798, 19 décembre. Grand bolide d'où proviennent ierres de Bénarès (voir plus haut, p. 195).

1799, 2 novembre. Bolide à Pocklington, en Angleterre, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.

1799, 7 novembre. Bolide à San-Luis de Potosi, au Mexique.

1799, 12 novembre. Bolide en Angleterre, se dirigeant du sud-ouest au nord-est.

1800, 1er avril. Bolide dans le comté d'Essex, en Angleterre, suivi de la chute d'une pierre à Bumstead (voir plus haut, p. 195).

1800, 5 avril. Bolide dans l'Amérique du nord, se dirigeant du sud-ouest au nord-est.

1800, 8 août. Bolide dans l'Amérique du nord.

1800, août. Deux petits bolides à Halle.

1801. Bolide à l'Ile de France, venant de l'ouest, et d'où tombèrent les pierres de l'île des Tonneliers (voir plus haut, p. 195).

1801, 19 juin. Bolide à Halle.

1801, août. Bolide en France, département de l'Ain, se dirigeant du sud au nord et suivi d'une explosion.

1801, 23 octobre. Bolide à Colchester.

1802, 10 août. Bolide se dirigeant du nord au sud, à Quedlinburg, en Prusse.

1803, 26 avril. Bolide dans le département de l'Orne, se dirigeant du sud-est au nord-ouest, suivi d'une explosion et de la chute des pierres de l'Aigle (voir plus haut, pages 195 et 225).

1803, 4 juillet. Bolide à East-Norton, en Angleterre, suivi de la chute d'une pierre (voir plus haut, p. 195).

1803, en juillet. Bolide à Bologne, suivi d'une forte explosion.

803, 22 septembre. Bolide à Genève et à Béfort.

803, 10 octobre. Bolide sur la mer Atlantique. (Kru-tern.)

803, 6 ou 13 novembre. Bolide en Angleterre.

803, 16 novembre. Bolide à Genève, se dirigeant ud-est au nord-ouest.

803, 13 décembre. Bolide à Ékaterinenburg, en sie.

803, 16 décembre. Bolide à Schwartzenberg, se geant de l'est à l'ouest.

804, 15 avril. Bolide dans les cantons de Genève et Neuchâtel, se dirigeant du sud au nord.

804, 29 juillet. Bolide à Francfort-sur-Oder, se geant de l'est à l'ouest.

804, 19 août. Bolide dans l'Oldenburg.

804, en septembre. Bolide à Tunbridge, en Angle-e.

804, 10 ou 12 septembre. Bolide à Weimar, Iéna et ozig, se dirigeant du sud-sud-ouest au nord-nord-est.

804, 2 décembre. Gros bolide en Finlande suivi ne explosion.

805, 1er février. Bolide en Saxe, à Francfort-sur-r et Halle, se dirigeant de l'ouest-sud-ouest à l'est-d-est et suivi d'une explosion.

805, 21 juillet. Bolide à Londres.

806, 11 février. Bolide à Stockholm.

806, 17 juillet. Bolide en Angleterre, se dirigeant sud-est au nord-ouest.

806, 23 septembre. Bolide à Weimar suivi d'une losion.

1806, 28 septembre. Bolide entre Memmingen et Lindau, se dirigeant du nord-ouest au sud-est.

1806, 22 décembre. Bolide dans le Northamptonshire, en Angleterre, se dirigeant du sud-ouest au nord-est.

1807, 6 mars. Bolide à Genève et à Glasgow, se dirigeant du sud-est au nord-ouest.

1807, 9 août. Bolide à Nürnberg.

1807, en septembre. Bolide dans le Jutland, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.

1807, 14 décembre. Bolide dans le Connecticut qui donna lieu à la chute des pierres de Weston (voir plus haut, p. 196).

1808, 21 mai. Bolide à Ferentino, dans les États-Romains, se dirigeant de l'ouest à l'est.

1808, 29 mai. Bolide en Allemagne, suivi d'une traînée.

1808, 4 juin. Bolide à Dessau, en Allemagne.

1808, 29 juillet. Bolide à Troston, en Angleterre.

1808, 15 août. Bolide à Vienne (Autriche), se dirigeant du nord au sud.

1808, 11 novembre. Bolide en Angleterre.

1808, 29 décembre. Bolide à Berne, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.

1809, 29 juillet. Bolide suivi d'une explosion dans le Neumark, en Silésie.

1809, 28 août. Bolide à Parme.

1809, 12 octobre. Bolide à Londres.

1809, 29 novembre. Bolide à Munich.

1810, 3 janvier. Bolide à Genève et à Berne.

810, dans la nuit du 20 au 21 avril. Bolide à Santa-, dans la Nouvelle-Grenade, jetant un grand éclat, issant raser la terre dans la direction du nord-est ud-ouest, et qui donna naissance à la chute d'un aéro- (voir plus haut, p. 196 et 228). (Boussingault.)

810, 23 novembre. Bolide en France, se dirigeant nord au sud, accompagné d'une longue traînée lumi- e, et qui fut suivi d'une chute de pierres à Charson- (voir plus haut, p. 197).

810, 30 décembre. Bolide dans le Groenland, se geant du nord-ouest au sud-est.

811, 18 février. Bolide à Olmütz, en Moravie.

811, 15 mai. Bolide en France et en Allemagne.

811, en juillet. Bolide à Heidelberg, dans le duché ade.

812, 28 janvier. Bolide suivi d'une longue traînée le duché de Bade et en Suisse, se dirigeant du nord ud.

812, 30 janvier. Bolide suivi d'une explosion à sville, dans le Kentucky.

812, 10 avril. Bolide d'un diamètre comparable à de la Lune et qui donna naissance à la chute de es observée à Toulouse (voir plus haut, p. 197).

812, 15 avril. Bolide se dirigeant du sud-est au -ouest et qui produisit la pierre d'Ersleben (voir plus , p. 197).

812, 23 août. Bolide à Utrecht d'un diamètre com- ble à celui de la Lune.

812, 13 septembre. Bolide aux environs de Ségovie, rigeant du nord-ouest au sud-est.

1812, 15 novembre. Un bolide à Carlsruhe, Salzburg, Vienne et en Bohême.

1813, 27 janvier. Bolide à Brünn en Prusse.

1813, 21 mars. Bolide à New-Haven dans le Connecticut.

1813, 8 novembre. Bolide en Angleterre.

1814, 27 janvier. Bolide suivi d'une explosion à Augsbourg et à Munich.

1814, 19 avril. Bolide en Prusse se dirigeant du nord au sud avec une longue traînée.

1814, 29 juillet. Bolide sur le lac de Genève suivi d'une explosion.

1814, 8 septembre. Bolide à Augsbourg.

1814, 18 octobre. Bolide en Allemagne.

1814, 9 novembre. Bolide à Moscou se dirigeant du nord au sud.

1814, 2 décembre. Bolide à Londres.

1815, 30 avril. Bolide à Florence suivi d'une explosion.

1815, 10 mai. Bolide à Worcester en Angleterre, se dirigeant du sud-est au nord-ouest.

1815, 16 septembre. Bolide à Gœttingue suivi d'une explosion.

1815, 29 septembre. Bolide à Londres.

1816, 8 ou 9 janvier. Bolide à Pesth en Hongrie.

1816, 23 mars. Grand bolide en Berkshire et à Oxford, se dirigeant du nord au sud et suivi d'une explosion.

1816, 7 août. Bolide à Nagybania en Hongrie, se dirigeant du sud au nord.

1816, 13 août. Bolide en Écosse.

816, 20 ou 21 décembre. Bolide à Pesth en Hongrie.

817, dans la nuit du 2 au 3 mars. Bolide à Gothen-
g et à Odensée, probablement suivi d'une chute de
res (voir plus haut, p. 199).

817, 18 mars. Bolide suivi d'une forte explosion dans
épartement de Lot-et-Garonne.

817, 10 avril. Bolide à Tabor en Bohême, se diri-
nt du nord-est au sud-ouest et suivi d'une forte explo-
.

817, 27 avril. Bolide dans l'Allemagne occidentale,
irigeant du nord-ouest au sud-est.

817, 8 septembre. Bolide en Angleterre.

817, 17 octobre. Bolide à Aix-la-Chapelle.

817, 19 novembre. Bolide à La Rochelle.

817, 8 décembre. Bolide à Ipswich, en Angleterre,
i d'une explosion.

818, 28 janvier. Bolide à Campbelltown, près du fort
t-George, en Écosse.

818, 6 février. Bolide en Angleterre, suivi d'une
osion.

818, 15 février. A 6 heures du soir, bolide vu à
oges, Bordeaux, La Réole, Agen, Rodez, Montauban,
ouse, Pau, par un ciel presque serein ; la Lune voilée
épandait qu'une faible clarté. Ce météore se dirigea
ud au nord et laissa après lui une traînée de lumière
euse. Lorsqu'il s'éteignit on remarqua à sa place une
ur blanchâtre. Une violente détonation se fit en-
re peu d'instants après. Peut-être ce bolide a-t-il
é lieu à la chute d'un aérolithe (voir plus haut,
99).

**1818, 2 mars.** Bolide dans la mer de Chine, près des îles Philippines.

**1818, 17 juillet.** Bolide dans l'Amérique du nord, suivi d'une explosion.

**1818, 5 août.** Bolide à Chelmfort, en Angleterre.

**1818, 6 septembre.** Bolide à Breteuil (Oise), suivi d'une explosion.

**1818, 14 septembre.** Bolide en Angleterre.

**1818, 31 octobre.** Bolide à Méhadia, dans le Bannat.

**1818, 13 novembre.** Bolide à Gosport, en Angleterre.

**1818, 17 novembre.** Bolide à Gosport.

**1818, 18 décembre.** Bolide à Halle, se dirigeant du nord au sud.

**1818, dans la nuit du 21 au 22 décembre.** Bolide en Fionie.

**1819, 2 ou 3 février.** Bolide près de Canterbury et Beckley, dans le comté de Sussex.

**1819, 5 mai.** A midi et demi, par un temps parfaitement serein et un beau soleil, on aperçut à Aberdeen, en Écosse, un globe de feu qui avait une espèce de queue. Cinq minutes après son apparition il fit explosion avec un bruit considérable. Le volume de fumée qui en sortit ressemblait à un petit nuage blanchâtre. Le même phénomène fut aperçu dans un grand nombre de villages d'Écosse. (*Royal Institution*, juillet 1819, p. 395.)

**1819, 5 juin.** Un météore remarquable fut aperçu près de Lowisk, dans le voisinage de Berwick, 5 minutes après midi, par un beau soleil et un ciel sans nuage. Au moment de son apparition, il avait la forme d'un globe;

ès on l'aurait comparé à une épée flamboyante dirigée
s la terre. (*Royal Institution*, juillet 1819, p. 395.)
819, 24 juillet. Bolide à Youngstown dans l'Ohio
ats-Unis).
819, 6 août. Bolide en Moravie, se dirigeant du
d-est au sud-ouest.
819, 13 août. Bolide aux États-Unis, qui donna nais-
ce à la chute de la masse gélatineuse mentionnée plus
t (p. 213).
819, 20 août. Bolide à Chambéry, en Savoie.
819, 1er octobre. Bolide à Tottenham, en Angle-
e.
819, 24 octobre. Bolide à Anvers et dans le nord de
gleterre.
819, 13 novembre. Bolide à Port-au-Prince, dans
d'Haïti, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.
819, 14 novembre. Bolide en Bohême.
819, 21 novembre. Bolide dans le Massachusetts, à
imore et dans le Maryland, suivi d'une explosion.
820, 18 avril. Bolide à Augsbourg.
820, dans la nuit du 10 au 11 mai. Bolide près de
lentz, suivi d'une explosion.
820, 30 juillet. Bolide à Brünn.
820, 12 octobre. Bolide dans les steppes des Kirghiz,
s le Turkestan.
820, 29 novembre. Bolide à Naples suivi d'une chute
pierres en Calabre (voir plus haut, p. 199).
820, 9 décembre. Bolide dans la Mongolie, suivi d'une
osion.
821, 12 février. Bolide à Breslau.

1821, 28 avril. Bolide à Leipzig.

1821, 16 mai. Bolide à Munich.

1821, 20 août. Bolide à Saint-Thomas dans les Indes occidentales.

1821, 7 ou 8 septembre. Bolide en Bohême et en Lusace.

1821, 7 octobre. Bolide dans la Marche et en Saxe.

1821, 30 octobre. Bolide à Marienwerder, en Prusse.

1821, 30 novembre. Bolide à Delitsch, en Misnie.

1821, 1er décembre. Bolide à Leipzig.

1821, 2 décembre. Bolide en Saxe, Lusace et Silésie, se dirigeant du sud-ouest au nord-est.

1821, 2 décembre. Bolide à Brighton, en Angleterre.

1821, 3 décembre. Bolide à Weimar, en Saxe.

1821, 4 décembre. Bolide à Gœrlitz, en Lusace.

1821, 11 décembre. Bolide en Angleterre.

1821, 18 décembre. Bolide à Naples.

1821, 24 décembre. Bolide dans l'Allemagne septentrionale.

1821, 25 décembre. Bolide à Rothenburg, en Lusace.

1821, 26 décembre. Bolide à Weimar.

1822, 11 janvier. Bolide à Gumbinnen, dans la Prusse orientale, se dirigeant du nord au sud et suivi d'une explosion.

1822, 14 janvier. Bolide à Heiligenstadt, dans la Prusse saxonne, en Hanovre et à Coblentz, suivi d'une très-forte explosion.

1822, 25 janvier. Bolide en Prusse, se dirigeant du nord-ouest au sud-est.

1822, 6 février. Bolide près de Roszsitz, en Moravie.

822, 7 février. Bolide près de Landshut, en Bavière, i d'une forte explosion.

822, 9 février. Bolide à Leipzig et en Moravie.

822, 1er mars. Bolide à Brünn.

822, 31 mars. Bolide à Leipzig.

822, 9 avril. Bolides à Halberstadt, en Prusse, à eures du matin, et à Rodez et Avignon à 9 heures soir.

822, 9 juin. Bolide à Loudun, Poitiers, Angers, suivi ne forte explosion qui a donné naissance à l'aérolithe bé à Angers (voir plus haut, page 200).

822, 9 juin. Bolide en Moravie, se dirigeant du sud- au nord-ouest.

822, 13 juin. Bolide à Christiania.

822, 17 juin. Bolide à Leipzig et à Danzig.

822, 19 juin. Bolide à Hambourg.

822, 28 juillet. Bolide à Brünn.

822, 6 août. Bolide à Paris et à La Rochelle, en nce, et à Southampton, en Angleterre.

822, 7 août. Bolide à Iglau, en Moravie.

822, 11 août. Bolide à Liége et Coblentz.

822, 23 août. Bolide à Bromberg et à Posen.

822, 1er septembre. Bolide à Fort-Royal (Martinique), lirigeant de l'est à l'ouest et suivi d'une forte explo- .

822, dans la nuit du 27 au 28 octobre. Bolide dans ercle de Berleburg.

822, 28 octobre. Bolide près de Silverhilly, en leterre.

822, 11 novembre. Bolides à Freiberg entre dix et

onze heures du soir et à Wittenberg entre cinq et six heures, se dirigeant tous deux de l'est à l'ouest.

1822, 12 novembre. Plusieurs bolides à Potsdam et à Taucha, près de Leipzig.

1822, 15 novembre. Bolide à Apenrade, en Danemark.

1822, 21 décembre. Bolide à Brünn et Roszsitz, se dirigeant du sud-ouest au nord-est et suivi d'une explosion.

1823, 24 janvier. Bolide à Gosport, en Angleterre.

1823, 2 avril. Bolide à Mannheim.

1823, 6 avril. Bolide à Berlin et à Neustadt-Eberswalde, en Brandebourg.

1823, 9 avril. Bolide à Potsdam.

1823, 2 mai. Bolide dans le Northumberland.

1823, 20 mai. Bolide à Raguse.

1823, 23 mai. Bolide à Kiel et à Copenhague.

1823, 30 juillet. Bolide à Leipzig, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.

1823, 9 août. Bolide à Gingen, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.

1823, 12 août. Bolide à Tübingen.

1823, 19 août. Bolide à Munich.

1823, 3 octobre. Bolide à Kœnigsberg, se dirigeant de l'ouest à l'est.

1823, 6 décembre. Bolide entre Maestricht et Aix-la-Chapelle, se dirigeant du nord au sud.

1824, 3 février. Bolide à Gœrlitz et Lœwenberg, se dirigeant du sud au nord.

1824, 1er mars. Bolide à Berlin.

24, 17 avril. Bolide en Angleterre.

24, 9 juin. Bolide à Leipzig et à Halle.

24, dans la nuit du 11 au 12 août. Bolide dans l( et en Toscane.

24, 13 septembre. Bolide à Saint-Pétersbourg.

24, dans la nuit du 13 au 14 novembre. Bolide ; nce.

24, 16 novembre. Bolide à Bonn.

24, 27 novembre. Bolide dans le cercle de Beraun, hême, et à Erlangen, se dirigeant du sud-est au ouest.

24, 10 décembre. Bolide au Mans, se dirigeant de l'ouest.

24, 15 décembre. Bolide à Magdebourg, suivi d'une sion.

24, 17 décembre. Grand bolide en Bohême, suivi explosion.

25, 2 janvier. Bolide à Valderno, aux environs zzo, se dirigeant de l'ouest à l'est.

25, 17 janvier. Bolide à Bromberg, en Prusse.

25, 24 janvier. Bolide à Kœnigsberg.

25, 3 février. Bolide à Nürnberg, se dirigeant de à l'ouest.

25, 4 février. Bolide à Cassel, se dirigeant du sud- au nord-est.

25, 7 février. Bolide à Cassel.

25, 28 juillet. Bolide à Francfort-sur-Mein, Bam- et Hanovre.

25, 3 août. Bolide à Meidling et Dœbling, en Au- , se dirigeant de l'ouest à l'est.

1825, 22 août. Bolide à Utrecht et à Amsterdam, allant du sud au nord.

1825, 20 septembre. Bolide à Leipzig et Hanovre.

1825, 24 septembre. Bolide à Leipzig, se dirigeant de l'ouest à l'est.

1825, 17 octobre. Bolide à Prague, suivi d'une explosion.

1825, 19 octobre. Bolide à Berlin.

1825, 22 octobre. Bolide à Hœxter, en Prusse.

1825, 4 novembre. Bolide à Halle.

1825, 5 novembre. Bolide à Halle.

1825, 9 novembre. Bolide en Bohême, se dirigeant du nord-ouest au sud-est.

1825, 14 novembre. Bolide à Leith, en Ecosse, se dirigeant de l'est à l'ouest.

1825, 1er décembre. Bolide à Berlin.

1825, 10 décembre. Bolide à Halle, se dirigeant de l'ouest à l'est.

1825, 18 décembre. Bolide à Francfort, se dirigeant de l'est à l'ouest.

1826, 14 février. Bolide à Campo de Criptana, dans la Manche, en Espagne.

1826, 14 avril. Bolide entre Paisley et Glasgow, se dirigeant du nord au sud.

1826, 21 juillet. Bolide à Heidelberg.

1826, 29 juillet. Bolide entre Varcla et Florido, en Espagne.

1826, 3 août, à cinq heures du soir. Bolide à Frankenstein, en Silésie, se dirigeant du sud-ouest au nord-est, et à dix heures et demie du même soir, à Lütschena,

de Leipzig, un autre bolide se dirigeant de l'est-l-est à l'ouest-sud-ouest.

826, 8 août. Bolide à Odensée, en Danemark.

826, 11 août. Bolide à Halle, en Prusse.

826, 4 septembre. Bolide à Halle.

826, 6 septembre. Bolide entre Halle et Cœnnern.

826, 13 septembre. Bolide à Bordeaux.

826, dans la nuit du 6 au 7 novembre. Plusieurs des à Ténériffe.

826, 31 décembre. Bolide en Allemagne, à Lippe.

827, 21 mai. Bolide à Laytonstone, près de Green-n.

828, 18 janvier. Bolide à Gotha.

828, 11 février. Bolide entre New-York et Long-nd.

829, 26 août. Bolide à Parme. (Plieninger.)

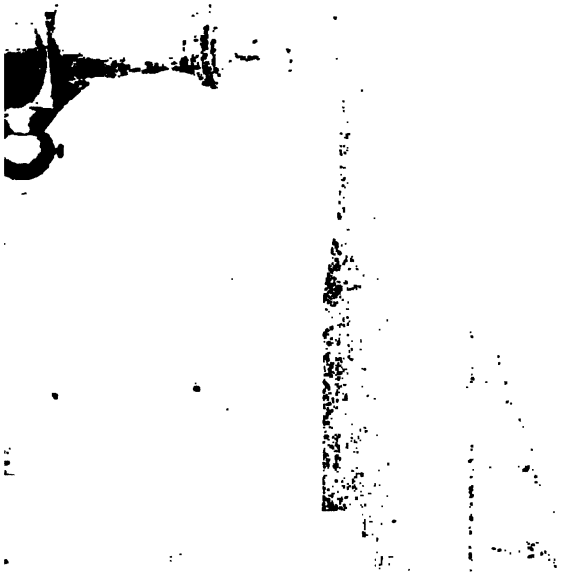
829, 26 septembre. Bolide à Brême et à Düsseldorf.

829, 19 novembre. Bolide à Prague, suivi de la chute e pierre (voir plus haut, p. 201).

830, 14 mars. Bolide à Freiberg, se dirigeant du est au nord-ouest.

830, dans la nuit du 12 au 13 décembre, on vit, de Heiligenstadt, dans la Saxe prussienne, dans un t espace de temps, environ *quarante* bolides qui, au ent de leur apparition, lançaient comme des éclairs. e dirigèrent vers le sud-est avec un bruit semblable sifflement, se croisèrent à plusieurs reprises et mon-ent en tombant les couleurs de l'arc-en-ciel.

831, 1er janvier. Bolide à Storkyro, en Finlande, d'une explosion.



[redacted]

1831, 12 janvier. Bolide à Breslau. (Plieninger.)

1831, 28 janvier. Bolide à Gotha.

1831, 19 octobre. Bolide à Hœpsigheim dans le grand bailliage wurtembergeois de Marbach, se dirigeant du nord-ouest au sud-est.

1831, 13 novembre. Bolide à Ulm, à Munich, Stuttgard, Inspruck, suivi d'une explosion.

1831, 26 novembre. Bolide à Sœgel, dans le cercle d'Arensberg.

1831, 29 novembre. Bolide de la grosseur de la Lune dans le cercle de Hildburghausen.

1831, 8 décembre. Bolide en Angleterre.

1832, 2 janvier. Bolide à Bordeaux et à Berlin.

1832, 7 février. Bolide à Lauenburg. (Plieninger.)

1832, 15 mars. Bolide à Berlin, se dirigeant de l'ouest à l'est. (Plieninger.)

1832, 31 mai. Bolide à Riga. (Plieninger.)

1832, 29 juin. Bolide à Brest. (Plieninger.)

1832, 6 octobre. Bolide à Berlin. (Plieninger.)

1832, 13 octobre. Bolide à Ulm. (Plieninger.)

1832, 24 octobre. Bolide à Grünewald. (Plieninger.)

1832, 19 novembre. Bolide en Angleterre. (Plieninger.)

1832, 30 décembre. Bolide à Bonn. (Plieninger.)

1833, 19 avril. Bolide à Nürnberg et à Prague. (Plieninger.)

1833, 20 mai. Bolide à Chichester. (Plieninger.)

1833, 2 octobre. Bolide à Hildburghausen en Saxe.

1833, 20 novembre. Bolide à Presbourg, en Hongrie, se dirigeant du nord-est au sud-ouest.

834, 30 janvier. Bolide à Coringham, près de sborough, en Angleterre, se dirigeant de l'est à est.

834, 10 mars. Bolide à Hirschberg en Silésie, suivi e explosion.

834, 10 août. Bolide à Bruxelles. (Quetelet.)

834, 2 octobre. Vers sept heures du soir, à Cologne, remarqua dans la partie nord-est du ciel, près de ile Algénib, dans la constellation de Persée, un ma- que bolide, brillant d'une lumière blanche éblouis- e. Il surpassait Jupiter pour la grandeur et l'éclat. dirigea vers le nord, avec une certaine rapidité, llèlement à l'horizon et disparut tout à coup, après secondes environ, dans le voisinage de l'étoile $\eta$ de irafe, après s'être partagé en deux parties. (*Preus- e Staatszeitung*, n° 279.)

835, 13 janvier. Bolide à Berlin, se dirigeant de est à l'est.

835, 6 février. Gros bolide à Parme.

835, 22 mars. Bolide vu de la forteresse de Troiz- ffsk, en Prusse, suivi d'une explosion.

835, 13 juin. Bolide à Kœnigsberg, en Prusse. ussische Staatszeitung, n° 172.)

835, 17 juillet. A huit heures et demie du soir on e Milan un bolide de la grosseur apparente d'un bou- le canon, de couleur blanchâtre, répandant une vive ère, et traînant au loin derrière lui une queue étin- nte. Il se dirigeait de l'est à l'ouest vers la partie du ciel. Ce météore fut aperçu aussi à Stuttgard et nfeld, près de Heilbronn, dans la partie australe du

ciel; mais il n'avait alors que la dimension apparente d'une bille de billard. Il fit explosion en projetant vers la Terre des fragments qui brillaient d'une vive clarté. Peu de minutes après la disparition du phénomène on entendit à Milan un craquement sourd, et dans le Wurtemberg une détonation semblable à un coup de canon. La distance de Milan à Heilbronn étant de 102 lieues environ, l'explosion a dû être entendue dans un rayon de 55 lieues. (*Nouv. de Berlin*, nos 174 et 176.)

1835, 18 juillet. Bolide à Aarhuus, laissant derrière lui une traînée, et suivi d'une explosion. (Id., n° 166.)

1836, 12 février. A 6 heures 27 minutes du matin, un bolide a été aperçu de Cherbourg, dans la direction de l'est. Sa forme était celle d'une grosse boule enflammée: elle paraissait à la vue simple d'un diamètre à peu près égal au disque de la Lune dans son plein. Ce foyer aérien était de couleur pourpre; il jetait une lumière si vive que l'horizon en était comme embrasé, et qu'on aurait pu lire dans les rues quoiqu'il ne fît pas jour. On remarquait distinctement dans ce globe de feu une cavité très-ombrée d'où s'échappait une fumée pâle mêlée d'étincelles. Il était entouré d'un cercle vaporeux formant une bande assez large, et dont la couleur blanchâtre n'était obscurcie, sur un seul point, que par la forte vapeur qu'exhalait le météore. Il paraissait n'être qu'à 200 ou 300 mètres au-dessus du sommet des collines sur lesquelles il passait. Au moment de son apparition à Cherbourg, il ne parcourait guère qu'une demi-lieue par minute et avait un mouvement bien marqué de rotation sur son axe; il parut même s'arrêter un instant comme

eût été incertain de la route qu'il devait prendre; il s'éloigna avec la vitesse d'un trait, produisant un r craquement dans l'air, et alla tomber à environ lieues de là, près d'un marais, dans la commune rval, arrondissement de Coutances, où il s'anéantit en nt entendre un bruit semblable à l'explosion de plurs pièces d'artillerie, et en répandant une forte odeur ureuse. Dans ce rapide trajet, marqué dans l'atmoère par un long sillon grisâtre, le météore traînait s lui une queue blanche qui avait d'abord la largeur diamètre du cercle vaporeux entourant le globe et se rétrécissant en ligne droite pour se terminer en te, affectait parfaitement la figure d'un triangle cèle. (Lettre de M. Vérusmor à M. Arago; *Comptes lus de l'Académie des sciences*, t. II, p. 153.)

837, dans la nuit du 4 au 5 janvier. Brillant bolide rvé à Vesoul, à Cusset près de Vichy, à Niederbronn, irigeant du nord au sud et conduisant derrière lui longue traînée. Les observations faites dans les lieux e phénomène a été aperçu ont permis à M. Petit, cteur de l'Observatoire de Toulouse, de calculer sa nce à la Terre, sa vitesse et son diamètre réel. L'ha- astronome a trouvé que ce météore devait avoir 00 mètres de diamètre, qu'il se mouvait en parcourant 00 mètres par seconde, et que sa distance à la surface otre planète était d'environ 68 lieues. (*Comptes rende l'Académie des sciences*, t. XIX et XXXII.)

839. Bolides à Parme, le 6 février, 6 juillet, 13 sep bre, 6 et 10 novembre; le 6 juin, en France et en se; le 10 septembre, à Gand; le 4 octobre, à Plai-

sance, en Italie; 1er novembre, en Russie. (Quetelet.)

1840. Bolides, le 6 et le 7 février à Bruxelles et à Louvain; le 8 février, près de Copenhague; le 28 avril, 23 et 31 mai, à Parme; le 3 août, en France; le 7 août, à Naples; le 29 octobre, à Bruxelles; le 29 décembre, en Russie. (Quetelet.)

1840, 2 novembre. Bolide à Évreux. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XI.)

1840, 30 novembre. Bolide observé à Chartres, par M. Chasles, et qui se dirigeait de l'ouest à l'est, a éclaté en répandant une lueur vive comme une chandelle romaine. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XI.)

1841. Bolides en France, le 25 février, 21 mars et 13 juin; à Paris, le 8 septembre; à Montargis, le 16 mai; à Blois, le 4 ou le 5 juillet; à Bayonne, le 29 septembre; à Parme, le 27 février, 8 mars, 22 mars, 6 novembre; à Genève, le 24 mars, le 30 mars, le 20 juillet; à Bruxelles, le 13 mai; à Corfou, le 20 août. (Quetelet.)

1841, 9 février. Bolide vu à Paris, Agen, Toulouse, Carcassonne et Pau, de la grosseur d'un boulet de canon, distant de la Terre, selon les calculs de M. Petit, de 38 lieues. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIX.)

1841, 9 juin. Bolide à Saint-Rambert (Ain), du diamètre apparent de 10 centimètres et se dirigeant du sud-est au nord-ouest. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIII.)

1841, 18 août. Bolide vu à Paris et à Reims, ayant, d'après les calculs de M. Petit, un diamètre réel de 3,900 mètres, et distant de la Terre, au moment de l'ex-

nction, de 182 lieues. (*Comptes rendus de l'Académ :s sciences*, t. XIX.)

1841, 8 octobre. Magnifique bolide, observé à Dijo yant un diamètre apparent de la grandeur du disque c Lune, et suivi d'une traînée lumineuse. (*Compt :ndus de l'Académie des sciences*, t. XIII.)

1842, 3 juin. Bolide vu à Mende, à Toulouse et lontpellier, se dirigeant du nord-ouest au sud-est, dista e la Terre, selon les calculs de M. Petit, de 74 lieu u moment de son apparition, et de 5 lieues au mome e son extinction, et ayant une vitesse par seconde c 8 lieues. (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XVI.)

1842, 5 décembre. Bolide à Épinal (Vosges), q onna naissance à un aérolithe (voir plus haut, p. 200).

1844, 10 septembre. Bolide à Benfeld (Bas-Rhin lasselt et Bruges. (*Comptes rendus de l'Académie d :iences*, t. XIX.)

1844, 8 octobre. Bolide près du Puy (Haute-Loire e dirigeant du sud-sud-ouest au nord-nord-est, et sui 'une petite traînée lumineuse. (*Comptes rendus de l'Ac émie des sciences*, t. XIX.)

1844, 27 octobre. Bolide à Parcé (Sarthe), et a lanc (Indre), ayant, selon les calculs de M. Petit, u itesse de 18 lieues par seconde, et distant de la Ter e 128 lieues au moment de son apparition, et de 3 lieu u moment de son extinction. (*Comptes rendus de l'Ac émie des sciences*, t. XIX et XX.)

1844, 12 décembre. Bolide à Limoux (Aude), se di :eant du nord au sud. (*Comptes rendus de l'Académie d ciences*, t. XX.)

**1846, 10 février.** Bolide énorme aux environs de Caraman (Haute-Garonne). (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXII.)

**1846, 21 février.** Bolide à Collioure (Pyrénées-Orientales), formé de deux gros globes lumineux, paraissant presque en contact et se dirigeant du nord-est au sud-ouest. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XXII.)

**1846, 1er mars.** Bolide à Toulouse, se dirigeant de l'est à l'ouest. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXII.)

**1846, 21 mars.** Bolide dans la Haute-Garonne et l'Ariége, se dirigeant du sud au nord, distant de la Terre, selon les calculs de M. Petit, de 3 lieues environ, et ayant une vitesse d'à peu près 2 lieues par seconde. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXII et XXIII.)

**1846, 23 juillet.** Bolide vu à Toulouse, Cazères, Auch et Pau, distant de la Terre de 11 lieues, selon les calculs de M. Petit, ayant pour diamètre réel 98 mètres, et se mouvant avec une vitesse d'environ 2 lieues par seconde. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXV.)

**1846, 9 octobre.** Bolide vu à Paris et à la Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne), d'un diamètre apparent égal au disque de la Lune, se dirigeant vers le sud en suivant le méridien. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIII.)

**1846, 9 octobre.** Bolide vu près de Paris, à Chartres, à Orléans et à Troyes, se dirigeant à peu près de l'est à l'ouest et ayant disparu avec explosion. (Lettre de M. Chasles à M. Arago; *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIII.)

1846, 17 octobre. Bolide à Dijon (Côte-d'Or) et à Hanau (Hesse-Électorale), se dirigeant de l'ouest à l'est. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIII.)

1846, 9 novembre. Bolide à Dijon. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIII.)

1847, 29 juin. Bolide à Parme. (M. Colla.)

1847, 17 août. Bolide à Paris. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXV.)

1847, 19 août. Bolide à Paris et à Dieppe, suivi d'une traînée lumineuse, distant de la surface de la Terre, selon les calculs de M. Petit, de 54 lieues au moment de sa première apparition, et de 17 lieues au moment de son extinction, et ayant une vitesse absolue de 17 lieues par seconde. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXV.)

1848, 22 février. Bolide à Paris. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXVI.)

1850, 31 janvier. Bolide à Cherbourg, suivi d'une traînée lumineuse. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXX.)

1850, 5 juin. Bolide à Paris, à Rouen, à Caen, à Provins, à Meaux, au Havre, etc., distant de la Terre de 12 à 14 lieues, selon les calculs de M. Petit, et se mouvant avec une vitesse relative de 6 lieues par seconde, et une vitesse absolue dans l'espace de 11 lieues. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXVI.)

1850, 6 juin. Bolide à Dijon, suivi d'une détonation entendue sur un cercle de plus de 25 lieues de rayon. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXI.)

1850, 22 juin. Bolide à Oviédo, en Espagne, suivi

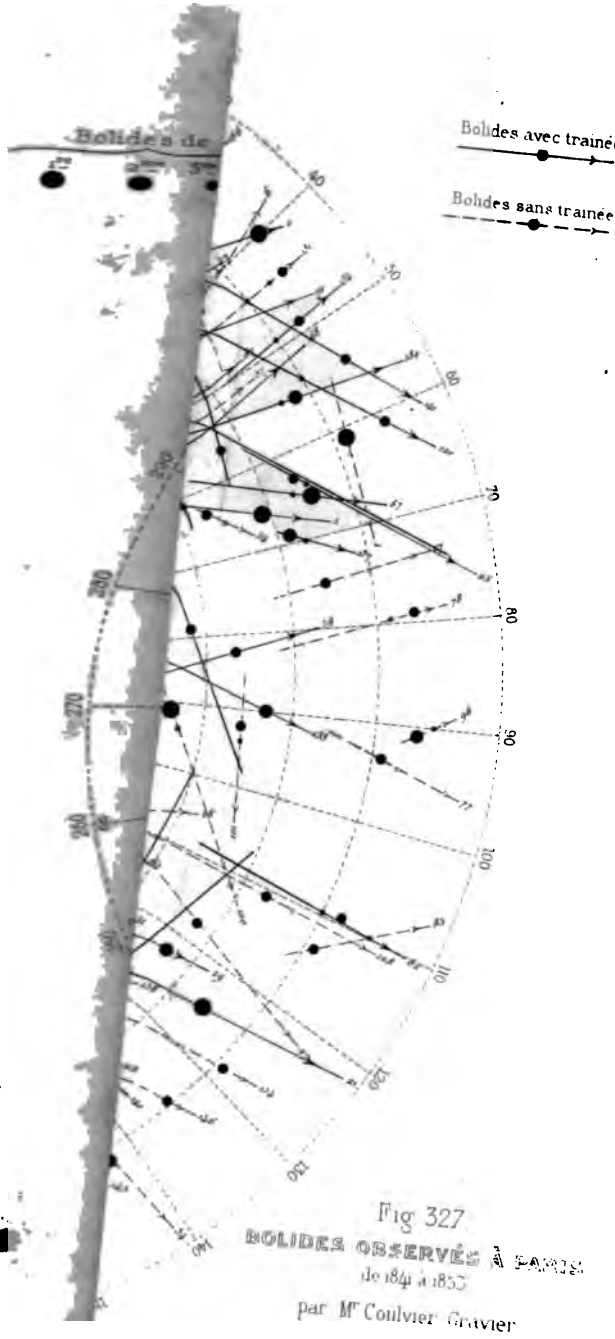



Fig 327

BOLIDES OBSERVÉS À PARIS

de 1841 à 1853

par Mr Coulvier Gravier

d'une détonation. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXI.)

1850, 6 juillet. Bolide à Bordeaux et à Toulouse, se dirigeant du nord-nord-ouest au sud-sud-est, distant de la Terre, selon les calculs de M. Petit, de 64 lieues lors de son apparition, et de 32 lieues lors de son extinction, ayant un diamètre réel de 215 mètres, et se mouvant avec une vitesse absolue de 19 lieues par seconde. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXV.)

1850, 8 juillet. Bolide à Toulouse. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXI.)

1851, 21 août. Bolide à Cherbourg. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIII.)

1851, 18 novembre. Bolide à Cherbourg. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIII.)

1852, 2 avril. Bolide à Toulouse, distant de la Terre d'environ 4 lieues, selon les calculs de M. Petit, ayant un diamètre réel de 32 mètres, et se mouvant avec une vitesse absolue dans l'espace de 7 lieues par seconde, et une vitesse relative rapportée au centre de la Terre, de 3 lieues et demie. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXV.)

1852, 11 mai. Bolide à Dieppe, se dirigeant du sud au nord. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIV.)

1852, 5 octobre. Bolide à Namur, suivi d'une traînée lumineuse. (Quetelet.)

Aux bolides indiqués dans ce catalogue, il faut joindre ceux qui ont été vus à Paris, par M. Coulvier-Gravier; depuis huit ans, avec une persévérance digne des plus grands

éloges, cet observateur passe toutes ses nuits à la recherche des étoiles filantes et des autres météores ignés[1].

[Les bolides observés par M. Coulvier-Gravier sont au nombre de 168. Le plus gros avait à peu près un éclat égal à six fois celui de Vénus; 101 ont été suivis de traînées plus ou moins larges et persistantes, et 20 se sont brisés en éclats. M. Coulvier-Gravier pense qu'il résulte de ses observations une variation horaire dans l'apparition des bolides : le nombre des globes vus aux environs de 6 heures du matin serait le triple du nombre de ces globes observés aux environs de 6 heures du soir; ce résultat s'accorderait avec la variation horaire que M. Coulvier-Gravier pense aussi avoir constatée pour les étoiles filantes.

La figure 327 (page 272) représente les positions dans le ciel de Paris, les directions et les grandeurs de chacun de ces phénomènes. Les globes de troisième grandeur sont immédiatement supérieurs en éclat à Sirius, à Jupiter et à Vénus; ceux de première grandeur ont un éclat double, et ceux de deuxième grandeur sont intermédiaires. M. Coulvier a observé 31 bolides de première grandeur, 39 de deuxième et 98 de troisième. Il faut remarquer que la grandeur n'est ici que relative à la position de l'observateur : un globe vu de première grandeur près du zénith, pourrait paraître bien moins brillant s'il était aperçu près de l'horizon.

1. Afin de compléter le catalogue général de l'*Astronomie populaire*, nous ajoutons ici, suivant les vues de M. Arago, un extrait du catalogue de bolides observés par M. Coulvier-Gravier de 1841 à 1853, catalogue qui a paru dans le tome L des *Annales de chimie et de physique*, 3e série.

Afin qu'on puisse comprendre la figure 327, dans aquelle le centre indique le zénith de l'observateur et le ord son horizon visible, voici les numéros d'ordre et les lates de chacun des bolides observés :

| Nos d'ordre. | Dates. | | Observations. |
|---|---|---|---|
| 1. | 28 septembre | 1841. | Traînée. |
| 2. | 10 juillet | 1844. | Traînée; rupture en éclats. |
| 3. | 10 juillet | 1844. | Traînée; rupture en éclats. |
| 4. | 20 juillet | 1844. | Rupture en éclats. |
| 5. | 8 août | 1844. | |
| 6. | 7 septembre | 1844. | |
| 7. | 8 septembre | 1844. | Traînée. |
| 8. | 14 novembre | 1844. | Traînée. |
| 9. | 24 avril | 1845. | |
| 10. | 5 août | 1845. | |
| 11. | 9 août | 1845. | |
| 12. | 9 août | 1845. | |
| 13. | 10 août | 1845. | Traînée. |
| 14. | 2 septembre | 1845. | Traînée. |
| 15. | 2 septembre | 1845. | Traînée. |
| 16. | 6 septembre | 1845. | Traînée. |
| 17. | 6 septembre | 1845. | |
| 18. | 28 octobre | 1845. | Traînée. |
| 19. | 5 novembre | 1845. | |
| 20. | 17 novembre | 1845. | Traînée; rupture en éclats. |
| 21. | 3 décembre | 1845. | Traînée. |
| 22. | 12 février | 1846. | Traînée; rupture en éclats. |
| 23. | 5 mars | 1846. | |
| 24. | 30 mars | 1846. | Traînée. |
| 25. | 28 avril | 1846. | Traînée. |
| 26. | 1 mai | 1846. | Traînée; rupture en éclats. |
| 27. | 8 mai | 1846. | |
| 28. | 13 juin | 1846. | |
| 29. | 20 juillet | 1846. | Traînée. |
| 30. | 23 juillet | 1846. | Traînée; rupture en éclats. |
| 31. | 10 août | 1846. | |
| 32. | 12 août | 1846. | |
| 33. | 18 août | 1846. | |
| 34. | 29 août | 1846. | |

| Nos d'ordre. | Dates. | | Observations. |
|---|---|---|---|
| 35. | 25 septembre | 1846. | Traînée. |
| 36. | 29 septembre | 1846. | Traînée. |
| 37. | 10 octobre | 1846. | Traînée. |
| 38. | 19 octobre | 1846. | Traînée. |
| 39. | 9 novembre | 1846. | Station au milieu de sa cour traînée; rupture en éclats. |
| 40. | 15 décembre | 1846. | Traînée. |
| 41. | 23 février | 1847. | |
| 42. | 15 mars | 1847. | |
| 43. | 16 mars | 1847. | |
| 44. | 20 avril | 1847. | Traînée. |
| 45. | 20 avril | 1847. | Traînée. |
| 46. | 20 avril | 1847. | Traînée. |
| 47. | 2 juin | 1847. | |
| 48. | 13 juin | 1847. | Traînée ; station à la fin de course. |
| 49. | 9 juillet | 1847. | |
| 50. | 1 août | 1847. | Traînée. |
| 51. | 3 août | 1847. | Traînée; station. |
| 52. | 8 août | 1847. | Traînée. |
| 53. | 9 août | 1847. | |
| 54. | 9 août | 1847. | |
| 55. | 9 août | 1847. | |
| 56. | 9 août | 1847. | Traînée. |
| 57. | 9 août | 1847. | |
| 58. | 9 août | 1847. | Traînée. |
| 59. | 9 août | 1847. | |
| 60. | 10 août | 1847. | |
| 61. | 10 août | 1847. | |
| 62. | 10 août | 1847. | Traînée. |
| 63. | 10 août | 1847. | Traînée; rupture en éclats. |
| 64. | 10 août | 1847. | Traînée. |
| 65. | 10 août | 1847. | Traînée; rupture en éclats. |
| 66. | 21 octobre | 1847. | Traînée. |
| 67. | 16 novembre | 1847. | Traînée. |
| 68. | 18 novembre | 1847. | Traînée. |
| 69. | 20 novembre | 1847. | Traînée. |
| 70. | 11 décembre | 1847. | Traînée. |
| 71. | 26 février | 1848. | Traînée. |
| 72. | 6 août | 1848. | Traînée. |

| Nos d'ordre. | Dates. | | Observations. |
|---|---|---|---|
| 73. | 8 août | 1848. | Traînée. |
| 74. | 12 novembre | 1848. | |
| 75. | 14 novembre | 1848. | Traînée; rupture en éclats. |
| 76. | 27 novembre | 1848. | Traînée; rupture en éclats. |
| 77. | 25 janvier | 1849. | |
| 78. | 13 février | 1849. | |
| 79. | 4 mai | 1849. | |
| 80. | 11 août | 1849. | |
| 81. | 8 septembre | 1849. | |
| 82. | 9 septembre | 1849. | |
| 83. | 18 septembre | 1849. | |
| 84. | 21 septembre | 1849. | |
| 85. | 17 octobre | 1849. | |
| 86. | 19 octobre | 1849. | |
| 87. | 23 octobre | 1849. | |
| 88. | 12 juillet | 1846. | Traînée; rupture en éclats. |
| 89. | 8 décembre | 1847. | Traînée; double rupture en éclats. |
| 90. | 16 mai | 1850. | |
| 91. | 3 juin | 1850. | Traînée. |
| 92. | 9 juin | 1850. | |
| 93. | 12 juillet | 1850. | |
| 94. | 15 juillet | 1850. | Traînée; station. |
| 95. | 15 juillet | 1850. | |
| 96. | 30 juillet | 1850. | |
| 97. | 3 août | 1850. | Traînée. |
| 98. | 8 août | 1850. | |
| 99. | 9 août | 1850. | Traînée. |
| 100. | 10 août | 1850. | |
| 101. | 10 août | 1850. | |
| 102. | 10 août | 1850. | Traînée. |
| 103. | 11 août | 1850. | Traînée. |
| 104. | 12 août | 1850. | Globuleux. |
| 105. | 14 août | 1850. | Traînée. |
| 106. | 14 août | 1850. | |
| 107. | 18 septembre | 1850. | |
| 108. | 11 octobre | 1850. | |
| 109. | 17 octobre | 1850. | |
| 110. | 29 octobre | 1850. | Traînée. |
| 111. | 8 novembre | 1850. | |
| 112. | 10 novembre | 1850. | |

| Nos d'ordre. | Dates. | | Observations. |
|---|---|---|---|
| 113. | 14 novembre | 1850. | Traînée. |
| 114. | 14 novembre | 1850. | Traînée. |
| 115. | 15 novembre | 1850. | |
| 116. | 15 novembre | 1850. | Traînée. |
| 117. | 3 décembre | 1850. | |
| 118. | 6 décembre | 1850. | Traînée. |
| 119. | 6 décembre | 1850. | Traînée. |
| 120. | 21 décembre | 1850. | Traînée. |
| 121. | 2 janvier | 1851. | Traînée. |
| 122. | 30 janvier | 1851. | |
| 123. | 4 février | 1851. | Traînée. |
| 124. | 18 février | 1851. | Traînée; station; rupture en écla |
| 125. | 19 juin | 1851. | |
| 126. | 29 juin | 1851. | |
| 127. | 6 juillet | 1851. | Traînée; station. |
| 128. | 7 juillet | 1851. | |
| 129. | 30 juillet | 1851. | Traînée. |
| 130. | 30 juillet | 1851. | Traînée. |
| 131. | 3 août | 1851. | |
| 132. | 4 août | 1851. | Traînée. |
| 133. | 5 août | 1851. | Traînée. |
| 134. | 5 août | 1851. | Traînée. |
| 135. | 5 août | 1851. | Traînée. |
| 136. | 6 août | 1851. | Traînée. |
| 137. | 6 août | 1851. | Traînée. |
| 138. | 6 août | 1851. | |
| 139. | 10 août | 1851. | Traînée. |
| 140. | 12 août | 1851. | Traînée. |
| 141. | 15 août | 1851. | Traînée. |
| 142. | 22 août | 1851. | Traînée. |
| 143. | 13 novembre | 1851. | |
| 144. | 12 décembre | 1851. | Traînée. |
| 145. | 26 janvier | 1852. | |
| 146. | 22 juillet | 1852. | |
| 147. | 22 juillet | 1852. | Traînée. |
| 148. | 23 juillet | 1852. | Traînée. |
| 149. | 12 août | 1852. | Traînée. |
| 150. | 5 octobre | 1852. | Traînée; rupture en éclats. |
| 151. | 24 novembre | 1852. | Traînée; rupture en éclats. |
| 152. | 8 décembre | 1852. | |

| Nos d'ordre. | Dates. | | Observations. |
|---|---|---|---|
| 153. | 10 décembre | 1852. | |
| 154. | 10 décembre | 1852. | Station. |
| 155. | 28 décembre | 1852. | Traînée; trois stations; rupture en éclats. |
| 156. | 13 mai | 1853. | |
| 157. | 2 juillet | 1853. | Traînée. |
| 158. | 1 août | 1853. | |
| 159. | 2 août | 1853. | Traînée. |
| 160. | 7 août | 1853. | |
| 161. | 8 août | 1853. | Traînée. |
| 162. | 9 août | 1853. | Traînée. |
| 163. | 10 août | 1853. | Traînée. |
| 164. | 10 août | 1853. | Traînée. |
| 165. | 10 août | 1853. | Traînée. |
| 166. | 11 août | 1853. | Traînée ; rupture en éclats. |
| 167. | 12 août | 1853. | Traînée. |
| 168. | 12 septembre | 1853. | Traînée. |

M. Coulvier-Gravier n'a entendu de bruit ni à l'apparition d'aucun des bolides précédents ni au moment de la rupture de ceux qui se sont brisés en éclats.]

Si nous cherchons à résumer, comme nous l'avons fait précédemment pour les aérolithes, les apparitions pour lesquelles on a des dates certaines, nous trouverons 813 bolides, et le tableau suivant représentera les nombres de ces phénomènes constatés pour chacun des douze mois de l'année :

| | |
|---|---|
| Janvier | 55 |
| Février | 57 |
| Mars | 48 |
| Avril | 52 |
| Mai | 50 |
| Juin | 43 |
| Juillet | 74 |
| Août | 123 |
| Septembre | 64 |

| | |
|---|---|
| Octobre..... | 77 |
| Novembre..... | 90 |
| Décembre..... | 80 |

Le nombre moyen qu'on trouverait pour chaque mois ait de 68 ; les nombres de chacun des six premiers s de l'année sont au-dessous de cette moyenne, tanque ceux des six derniers mois, à l'exception de celui mois de septembre, sont au-dessus.

On obtient ainsi le même résultat qu'en comparant r chaque mois les chutes d'aérolithes ; seulement la du phénomène apparaît d'une manière plus nette, ce l'on peut attribuer à ce que les observations de ides sont beaucoup plus nombreuses que les observas d'aérolithes. La Terre, en circulant dans son orbite our du Soleil, rencontre donc plus de bolides en allant l'aphélie au périhélie qu'en marchant du périhélie à hélie.

Sur le nombre total de huit cents bolides observés, t les annales des sciences ont pu conserver la méire, on en trouve trente-cinq qui ont donné naisce à des aérolithes dont la chute a eu des témoins. gré la petitesse du rapport des deux nombres, on peut se défendre de penser que l'origine des deux nomènes est identique. Néanmoins certaines pluies érolithes ont eu lieu sans avoir été précédées de l'apition de bolides lumineux ; les pierres sont tombées lquefois d'un ciel parfaitement pur : tel est le cas du nd aérolithe de Kleinwenden (16 septembre 1843, r page 203). D'autres fois, au contraire, les aérolithes t précipités sur le sol à la suite d'explosions retentis-

santes qui partent de petits nuages obscurs apparus subitement dans un ciel serein, ainsi que cela a eu lieu pour l'aérolithe de Braunau (14 juillet 1847).

Les apparitions de bolides sont toujours fortuites et elles prennent l'observateur au dépourvu. Aussi est-il très-difficile d'avoir des détails suffisamment précis sur toutes les circonstances qui pourraient servir à établir leurs dimensions réelles, leur hauteur, leur direction, leur vitesse. Les calculs qui pourraient permettre de déterminer exactement les trajectoires qu'ils parcourent, exigent impérieusement que le phénomène ait été vu de deux stations suffisamment éloignées, de manière que la parallaxe soit assez grande pour empêcher des erreurs trop considérables. Plusieurs astronomes ont pensé que les bolides pouvaient être considérés comme des satellites de notre planète, qu'ils se mouvraient autour de la Terre avec une énorme vitesse et pourraient être aperçus à plusieurs reprises. Dans ces dernières années, M. Petit, directeur de l'Observatoire de Toulouse, a cherché avec persévérance à obtenir les orbites parcourues dans cette hypothèse par les principaux bolides sur lesquels il avait pu réunir des détails d'une certaine précision. Cette étude mérite d'être poursuivie. Si l'on ne peut pas douter que plusieurs bolides soient tombés jusqu'à la surface de notre planète et aient fait désormais partie de notre globe, on ne pourrait dire qu'ils ont tous un pareil sort. Les hauteurs considérables auxquelles paraissent et disparaissent quelques-uns de ces météores sont un sujet d'étonnement lorsqu'on cherche à se rendre compte de leur inflammation subite. Si des calculs, comme ceux de

Petit, arrivaient à établir avec certitude la direction, itesse et tous les éléments de l'orbite de quelques des, ils auraient beaucoup fait pour l'éclaircissement un des phénomènes cosmiques les plus mystérieux. ut, pour arriver à un tel résultat, multiplier les obser-ons, et surtout les faire plus exactes que toutes celles ont été obtenues jusqu'à ce jour.

uoi qu'il en soit, voici les hauteurs des bolides pour uels il a été possible d'établir des calculs approxi-ifs :

| Dates. | | Distances à la surface de la Terre au moment de l'apparition. | Distances à la surface de la Terre au moment de la disparition. |
|---|---|---|---|
| | | lieues. | lieues. |
| 21 mars | 1846 (p. 271). | 3 | " |
| 2 avril | 1852 (p. 254). | 4 | " |
| 15 août | 1754 (p. 246). | 6 | " |
| 14 décembre | 1807 (p. 253). | 7 | " |
| 13 novembre | 1803 (p. 252). | 9 | " |
| 23 juillet | 1846 (p. 271). | 11 | " |
| 19 juillet | 1686 (p. 243). | 12 | " |
| 5 juin | 1850 (p. 272). | 13 | " |
| 31 juillet | 1708 (p. 243). | 18 | " |
| 4 octobre | 1783 (p. 249). | 18 | " |
| 11 septembre | 1784 (p. 249). | 18 | " |
| 31 octobre | 1779 (p. 249). | 24 | " |
| 18 août | 1783 (p. 249). | 24 | " |
| 15 mai | 1811 (p. 254). | 31 | " |
| 24 juillet | 1762 (p. 247). | 35 | 7 |
| 9 février | 1841 (p. 269). | 38 | " |
| 19 août | 1847 (p. 272). | 54 | 17 |
| 6 juillet | 1850 (p. 273). | 64 | 32 |
| 4 janvier | 1837 (p. 268). | 68 | " |
| 31 mars | 1676 (p. 242). | 70 | " |
| 3 juin | 1842 (p. 270). | 74 | 5 |
| 19 mars | 1718 (p. 243). | 119 | " |
| 27 octobre | 1844 (p. 270). | 128 | 3 |
| 18 août | 1841 (p. 269). | " | 182 |

La plupart de ces hauteurs dépassent de beaucoup les limites assignées à notre atmosphère (liv. XX, chap. XIV, t. III, p. 191) par la considération de la durée des phénomènes crépusculaires. Il faut donc en conclure que l'incandescence subite des bolides se produit bien au delà des régions où l'on suppose aujourd'hui que les couches de l'atmosphère terrestre sont tellement raréfiées, qu'on doit y regarder comme impossible toute action de ses éléments sur la matière des globes filants.

Il ne faut pas, du reste, juger de l'étendue des bolides d'après la petite dimension des aérolithes qui ont été retrouvés à la surface de notre planète après l'explosion des météores ignés. Voici, en effet, des diamètres réels d'une grandeur hors de proportion avec celle des aérolithes. Ces diamètres ont, il est vrai, été obtenus par des calculs qui reposent sur des observations dont l'exactitude est contestable :

| Dates. | | Diamètres réels. | |
|---|---|---|---|
| 2 avril | 1852 (p. 273)..... | 32 | mètres. |
| 23 juillet | 1846 (p. 271)..... | 98 | — |
| 6 juillet | 1850 (p. 273)..... | 215 | — |
| 4 janvier | 1837 (p. 268)..... | 2,200 | — |
| 19 mars | 1718 (p. 243)..... | 2,560 | — |
| 18 août | 1841 (p. 269)..... | 3,900 | — |

Existe-t-il un noyau solide dans tous les grands globes lumineux ? s'y trouve-t-il une sorte d'atmosphère inflammable et même explosive lorsque ces corps approchent de la Terre ? la vitesse avec laquelle ils se meuvent peut-elle servir à expliquer leur incandescence subite ? Ce sont là autant de questions que l'avenir seul pourra complétement résoudre. Le tableau suivant donne les vitesses

ulées des bolides dont les trajectoires ont pu être erminées :

| Dates. | | Vitesses par seconde. | |
|---|---|---|---|
| 19 mars | 1718 (p. 243)..... | 2,700 | mètres. |
| 14 décembre | 1807 (p. 253)..... | 4,500 | — |
| 31 mars | 1676 (p. 242)..... | 5,000 | — |
| 4 janvier | 1837 (p. 268)..... | 5,200 | — |
| 21 mars | 1846 (p. 271)..... | 8,000 | — |
| 23 juillet | 1846 (p. 271)..... | 8,000 | — |
| 19 mars | 1718 (p. 243)..... | 9,000 | — |
| 6 ou 13 novembre | 1803 (p. 252)... | 13,000 | — |
| 4 octobre | 1783 (p. 249)..... | 19,000 | — |
| 2 avril | 1852 (p. 273)..... | 28,000 | — |
| 26 novembre | 1758 (p. 247)..... | 40,000 | — |
| 5 juin | 1850 (p. 272)..... | 44,000 | — |
| 19 août | 1847 (p. 272)..... | 68,000 | — |
| 3 juin | 1842 (p. 270)..... | 72,000 | — |
| 27 octobre | 1844 (p. 270)..... | 72,000 | — |
| 6 juillet | 1850 (p. 273)..... | 76,000 | — |

ous rappellerons que la vitesse de rotation de la re, pour un point situé à l'équateur, est de 464 mè- par seconde, et que la vitesse de translation de e globe le long de l'écliptique est de 30,400 mètres. voit que plusieurs des bolides observés se transpor- nt dans l'espace avec une vitesse supérieure à celle anime les planètes. Il faut ajouter comme dernier actère que la direction générale de leur mouvement en sens inverse de celui de la Terre.

lors même qu'on voudrait prendre une grande partie a vitesse des bolides pour une illusion, pour un effet mouvement de translation de la Terre dans son orbite, este encore, pour exprimer la vitesse réelle de ces nomènes, des nombres assez grands pour qu'on puisse arder les bolides comme animés dans l'espace d'un

mouvement tellement rapide qu'on doive admettre la possibilité de l'éternelle continuité de leur course à travers l'espace. Quoique ces masses cosmiques passent dans le voisinage de notre atmosphère, elles n'éprouvent le plus souvent d'autre effet de l'attraction du globe terrestre qu'une modification dans les excentricités de leurs orbites.

## CHAPITRE VI

### DES ÉTOILES FILANTES

Depuis environ un demi-siècle on s'est mis à observer avec exactitude quelques apparitions d'étoiles filantes. A mesure que les observations sont devenues plus rigoureuses et plus suivies, on a reconnu combien ces phénomènes si longtemps dédaignés, combien ces prétendus météores atmosphériques, ces soi-disant traînées de gaz hydrogène enflammé, méritent d'attention. Leur parallaxe les a déjà placés beaucoup au delà des limites sensibles de notre atmosphère ; on a reconnu que s'ils s'enflamment en approchant de notre planète, ils n'ont pas pris naissance dans les couches aériformes qui entourent notre globe, mais qu'ils viennent du dehors en suivant une direction qui semble diamétralement opposée au mouvement de translation de la Terre dans son orbite.

Les observateurs d'étoiles filantes doivent s'attacher à noter l'heure d'apparition de chaque phénomène, sa hauteur angulaire approchée au-dessus de l'horizon, et la direction de son mouvement. En rapportant ces météores aux principales étoiles des constellations qu'ils

ersent, les diverses questions que soulèvent la déter-
ation de leurs orbites, la fréquence et la périodicité
eurs apparitions, pourront être facilement résolues.
i plusieurs observateurs, placés dans des stations dif-
ntes et suffisamment éloignées les unes des autres,
nt avec précision toutes les circonstances que nous
ons d'indiquer, il est possible de trouver quelques
les filantes vues au même moment de deux, de trois
d'un plus grand nombre de ces stations, et alors on
ent sans difficulté, par le calcul, la hauteur réelle du
éore. Dès 1798, Brandes et Benzenberg opérèrent
i aux environs de Gœttingue. Cette même tentative
renouvelée, en 1800 et 1801, en Angleterre, par
n Farey et Benjamin Bevan; en Allemagne, par
ndes, Benzenberg, Harding et Pottgiesser, entre
nbourg et Brême. En 1817, puis en 1823, Brandes,
s'est attaché avec une persévérance digne d'éloges
perfectionnement de l'étude de cette question, s'adjoi-
quelques autres associés pour observer de nouveau
reslau, à Dresde, à Leipe, à Brieg, à Gleiwitz, à
in, à Cracovie, etc. En 1824, M. Quetelet institua
elgique une série d'observations analogues. M. Erman
Berlin et à Potsdam, en 1825, avec le concours de
ieurs physiciens, une nouvelle série d'observations
ltanées. Enfin, un an avant de mourir, en 1833,
ndes exécuta, avec quelques collaborateurs, une der-
e campagne à Leipzig, à Weimar, à Géra et à Breslau.
l'ensemble de toutes ces observations il est résulté
certaines étoiles filantes se sont montrées à environ
lieues de hauteur au-dessus de la surface de la Terre,

mais que quelques-unes sont apparues à une hauteur moindre que 2 lieues; qu'elles ont parfois parcouru jusqu'à 80 lieues avant de s'éteindre, et qu'elles se mouvaient avec des vitesses de 3 à 8 lieues par seconde.

Il n'est pas de nuits sans étoiles filantes. S'il est difficile à un observateur qui ne suit pas d'une manière continue l'apparition de ces météores, de reconnaître dans les cas ordinaires leur plus ou moins de fréquence, cependant quelquefois les étoiles filantes se montrent si nombreuses et dans tant de régions du ciel en même temps, qu'il devient presque impossible de les compter. Ce fait conduit naturellement l'astronome à admettre deux sortes d'étoiles filantes. On a appelé sporadiques celles qui tombent rares et isolées; on pense que celles qui apparaissent par groupes ou par masses comparables à des essaims ou à des nuées de sauterelles sont périodiques.

L'histoire des sciences a pu enregistrer sans difficulté les apparitions exceptionnelles, mais il faut des observations assidues pour porter quelque lumière sur l'ensemble de ces curieux phénomènes. Les travaux persévérants entrepris depuis le commencement de ce siècle, d'abord par Brandes, Benzenberg, Olbers et Bessel, plus tard par MM. Erman, Boguslawski, Quetelet, De Feldt, Houzeau, Coulvier-Gravier, Saigey, Heis, Schmidt, etc., ont fini par mettre un certain ordre dans des météores dont l'inconstance était devenue proverbiale.

Pour permettre d'établir une comparaison entre les apparitions non exceptionnelles par leur nombre, il était nécessaire qu'on déterminât combien on peut observer communément de ces phénomènes à toute époque de

ée. Les recherches de MM. Coulvier-Gravier, Saigey, ıidt et Heis ont résolu cette dernière question, et particulièrement aux écrits de mes amis MM. de boldt et Quetelet qu'on doit des notions précises sur randes apparitions.

ı conçoit que le nombre d'étoiles filantes qu'un ·vateur placé dans un lieu déterminé peut aperce- dépend de l'état habituel ou moyen de l'atmosphère ; lieu et varie en même temps avec la puissance de ıe de celui qui tient ses yeux fixés sur la voûte te.

Herrick, qui a fait de nombreuses observations iles filantes à New-Haven, dans le Connecticut, fixe ɔyenne des étoiles, pour un temps ordinaire et pour ·e observateurs dont chacun circonscrit toute son tion sur un quart du ciel, à 30 étoiles par heure. Il ɜrché à déterminer combien de personnes devront ir leurs efforts simultanés en chaque point du globe être assurées de ne laisser passer aucune étoile .e sans qu'on l'ait remarquée. Le nombre lui a paru de 9. Il a essayé aussi d'apprécier le nombre moyen iles filantes qu'on voit chaque vingt-quatre heures, ıissant de côté les averses d'août et de novembre. ınt lui, environ trois millions de ces météores pénè- . journellement dans l'atmosphère terrestre. M. Coul- -Gravier donne le nombre 6 pour représenter la ɜnne générale horaire des étoiles filantes que peu- voir par heure, sous le ciel de Paris, deux observa- ;, ce qui fait 53,000 environ par an.

M. Coulvier-Gravier et Saigey admettent comme

résultat de leurs observations que le nombre des étoiles filantes sporadiques varie d'une heure à l'autre et qu'il présente un maximum vers le matin ; en conséquence, ils pensent qu'on doit rapporter à minuit toutes les observations, afin de les rendre comparables. Dans le tableau suivant, on trouvera les nombres mensuels donnés par ces observateurs, ainsi que ceux qui résultent des recherches également persévérantes de M. Schmidt, de Bonn; d'après ce dernier observateur la moyenne des étoiles filantes sporadiques est de 4 à 5 par heure.

| Mois. | Moyenne mensuelle du nombre horaire d'étoiles filantes pour minuit, d'après MM. Coulvier-Gravier et Saigey. | Moyenne mensuelle du nombre d'étoiles filantes par heure, d'après M. Schmidt. |
|---|---|---|
| Janvier..... | 3.6 | 3.4 |
| Février..... | 3.6 | ? |
| Mars..... | 2.7 | 4.9 |
| Avril..... | 3.7 | 2.4 |
| Mai..... | 3.8 | 3.9 |
| Juin..... | 3.2 | 5.3 |
| Juillet..... | 7.0 | 4.5 |
| Août..... | 8.5 | 5.3 |
| Septembre..... | 6.8 | 4.7 |
| Octobre..... | 9.1 | 4.5 |
| Novembre..... | 9.5 | 5.3 |
| Décembre..... | 7.2 | 4.0 |

Il résulte en gros des chiffres précédents, malgré leur dissemblance, qu'il y a évidemment plus d'étoiles filantes lorsque la Terre se rend de l'aphélie au périhélie ou du solstice d'été au solstice d'hiver, que lorsqu'elle marche du périhélie à l'aphélie. C'est le même résultat que nous ont déjà donné les aérolithes et les bolides.

En compulsant les annales de la Chine depuis les

époques les plus reculées, Édouard Biot a fait ressortir une conclusion analogue à celle que nous venons de for-

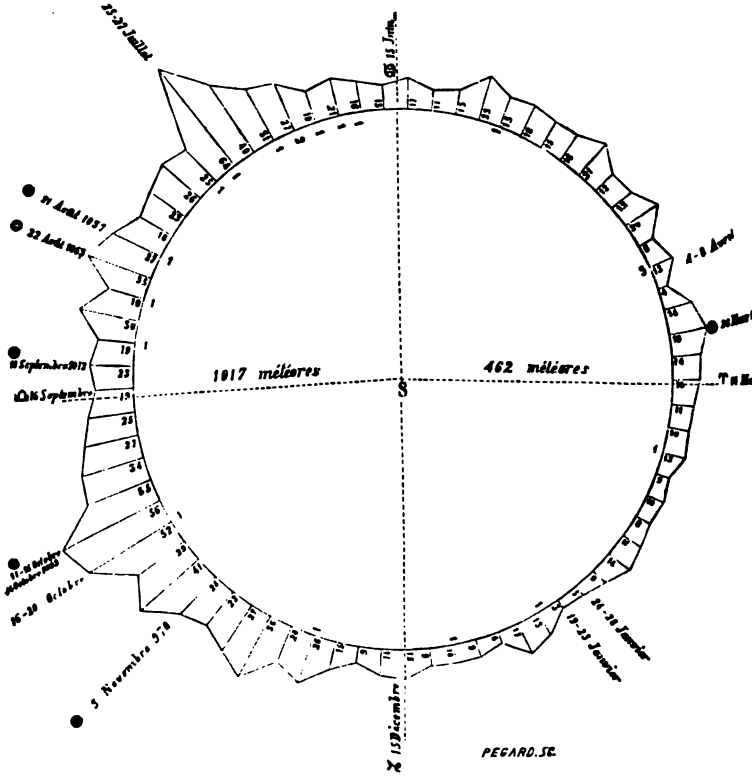



Fig. 328. — Tableau circulaire des nombres de météores observés par groupe de cinq jours entre les années 960–1275 [1].

muler. En faisant un usage très-intelligent des représentations graphiques, il a ensuite rendu sensible pour

1. Les signes des équinoxes et des solstices se rapportent aux positions de la Terre. Le signe ⊛ désigne une apparition en masse ou averse d'étoiles; les nombres placés à l'intérieur de la circonférence indiquent les météores vus de jour.

les yeux les moins exercés l'existence de deux maxima dans l'apparition du phénomène : l'un correspond à une époque comprise entre le 18 et le 27 juillet, années juliennes; l'autre se trouve entre les 11 et 20 octobre. A la simple inspection de l'une de ces figures que nous reproduisons ici (fig. 328), et qui représente les nombres de météores observés de 960 à 1275 de notre ère, on reconnaît que du solstice d'hiver au solstice d'été on a vu en Chine beaucoup moins d'étoiles filantes ou de bolides qu'entre le solstice d'été et le solstice d'hiver. Dans la première période le nombre total s'élève à 462, et dans la seconde à 1017. Ces résultats concordent, quant aux époques des maxima et des minima, avec ce qu'on a trouvé en Allemagne, en discutant l'ensemble des observations modernes. La ressemblance s'étend jusqu'au rapport numérique des deux nombres, si l'on prend pour terme de comparaison les résultats consignés dans les précieux tableaux que M. Coulvier-Gravier a déduits de ses propres recherches, et qui, grâce au zèle infatigable de cet observateur, acquièrent chaque année plus d'intérêt.

Dans le même Mémoire d'Édouard Biot sur les observations d'étoiles filantes faites en Chine, on trouve notées des apparitions en masse. En Chine comme en Europe ces apparitions ont quelquefois manqué pendant une longue suite d'années.

Les pluies extraordinaires d'étoiles filantes enregistrées par les observateurs, se répartissent ainsi entre les différents mois de l'année, toutes les dates étant ramenées à la notation grégorienne.

## ASTRONOMIE POPULAIRE.

### *Janvier.*

le 2. « On voit des lances effrayantes vers le nord et l'orient. » (Catalogue de M. Chasles.)

:t 1838, le 2. Apparition extraordinaire en Suisse. (Quetelet.)

le 2. Nombreuses étoiles filantes observées à Bossekop par M. Bravais, pendant son voyage au pôle nord. (Quetelet.)

le 2. Grand nombre d'étoiles filantes en Belgique. (Quetelet.)

le 3. Apparition en Chine d'étoiles filantes en masse. (Éd. Biot.)

le 4. « On vit dans toute l'Angleterre des jets de feux d'un éclat inusité à cette époque, et tels qu'on n'en avait jamais vu auparavant. » (Al. Perrey, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIV.)

le 4. « On vit en l'air des traits de feu comme on en avait vu autrefois. » (Al. Perrey.)

le 9. « Au lever de l'aurore, on vit tomber du ciel des traits de feu pendant une forte gelée. » (Quetelet.)

le 20. Nombreuses étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

semblerait, d'après ces résultats, qu'on doit cher- une période d'étoiles filantes en masse du 1er au ıvier.

### *Février.*

s apparitions extraordinaires d'étoiles filantes pour :r, enregistrées par les chroniqueurs, sont les sui- :s :

Une quantité d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

« Des lances admirables paraissent dans le ciel, se dirigeant de l'orient vers l'occident. » (Chasles.)

« On voit plusieurs fois dans le ciel des lances de feu et de diverses couleurs. » (Chasles.)

le 6. Étoiles filantes en masse en Chine. (Éd. Biot.)

le 7. « Des lances de feu, de diverses couleurs, paraissent dans le ciel et courent successivement les unes sur les autres. » (Chasles.)

919, le 7. « Des lances de diverses couleurs paraissent dans le ciel pendant presque toute la nuit. » (Chasles.)

913, le 8. « Il est arrivé un grand miracle : les étoiles volaient d'une manière merveilleuse. » (Chasles.)

1106, le 19. « On voit en Italie quelques étoiles filantes *pendant le jour*, tantôt courant les unes après les autres, tantôt tombant vers la Terre. » (*Historia ecclesiastica Magdeburgensis.*)

937, le 20. « Depuis le chant du coq jusqu'au jour, des lances de sang paraissent de toutes parts dans le ciel. » (Chasles.)

838, le 21. « On voit dans l'air du feu ayant la forme d'un serpent. » (Chasles.)

Les observations modernes n'indiquent aucune période d'étoiles filantes pour février. Les anciennes averses de météores indiquées pour ce mois par les chroniqueurs manqueraient depuis huit à neuf siècles.

*Mars.*

En 763. « On vit les étoiles tomber subitement du ciel en masses tellement serrées, que le peuple s'effraya et crut la fin du monde prochaine. » (Al. Perrey.)

En 764, il y a eu en mars une apparition extraordinaires d'étoiles filantes, d'après les Chroniques de Labbe, Bouquet et autres.

En 927, on vit aussi « à Reims des lances de feu dans le ciel, avant le lever du jour, un dimanche. » (Chasles.)

807, le 3. « Des lances en nombre étonnant paraissent pendant la nuit. » (Chasles.)

842, le 5. « On voit dans le ciel des lances pendant la première heure de la nuit. » (Chasles.)

861, le 15. « Des lances de feu paraissent dans le ciel. » (Chasles.)

687 avant notre ère, le 16. Pluie d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

842, le 18. « Des lances effrayantes paraissent encore dans le ciel, à la seconde heure de la nuit, du côté de l'orient; elles s'éteignent et renaissent sans intermission. Il y a une grande clarté entre l'orient et l'occident, mais ces lances remplissent surtout le nord. » (Chasles.)

, le 18. Nombreuses étoiles filantes remarquées en Angleterre par M. Forster. (Quetelet.)

an 15 avant notre ère, le 24. Grande apparition en Chine. (Éd. Biot.)

, le 30. « De superbes lances apparaissent le soir et remplissent le ciel. » (Chasles.)

, le 31. « A Soissons on voit le feu dans le ciel. Une pluie de sang tombe sur Paris. » (Chasles.)

paraît bien, d'après ces observations, que des ses d'étoiles filantes apparaissent de temps à autre s le mois de mars.

*Avril.*

es apparitions remarquables d'étoiles filantes sont un plus nombreuses en avril que dans les trois mois édents.

1093, sans date de jour. « En ce temps-là, disent les chroniqueurs, des étoiles tombèrent du ciel à l'occident. » (Chasles.)

, le 1er. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

, le 2. « Des lances semblables à celles de l'année précédente paraissent pendant deux nuits. » (Chasles.)

le 3. « Un serpent paraît le soir dans le ciel. » (Chasles.)

, le 4. « On voit dans beaucoup de lieux des lances de feu. » (Chasles.)

le 6. « Le ciel est en feu ; du sang tombe des nues. » (Chasles.)

le 9. Apparition très-remarquable en Chine. (Éd. Biot.)

, le 10. « On a vu des étoiles tomber du ciel en si grand nombre qu'il n'était pas possible de les compter. » (Chasles et Al. Perrey.)

, du 10 au 12. Apparition très-considérable enregistrée par beaucoup de chroniqueurs. « On voit des étoiles tomber du ciel aussi pressées que la grêle, depuis le milieu de la nuit jusqu'à l'aurore. Pendant plusieurs nuits des étoiles paraissent tomber du ciel aussi pressées que la pluie. » On crut même au concile de Clermont que cet événement devait

être le présage de grandes révolutions dans la chrétienté. (Chasles.)

1096, le 10. « Presque toutes les étoiles courent comme la poussière emportée par le vent; » « ce fait a lieu depuis le chant du coq jusqu'à l'aurore. » (Chasles et Al. Perrey.)

1123, les 10 et 11. « Une quantité innombrable d'étoiles tombent du ciel et pleuvent de tous côtés sur la Terre. » (Chasles.)

1122, le 11. « Une pluie d'étoiles innombrables, dit la chronique du monastère du mont Cassin, paraît couvrir toute la Terre. » (Chasles.)

839, le 17. Apparition notable en Chine. (Éd. Biot.)

927, le 17. Une grande quantité d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

934, le 18. Il y eut beaucoup d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

1838, le 20. Étoiles filantes en masse observées à Knoxville, dans le Tennessee (154 météores environ entre 10 heures du soir et 4 heures du matin). (Quetelet.)

1803, le 22. En Virginie et dans le Massachusetts, depuis 1 heure du matin jusqu'à 3 heures, on vit des étoiles filantes tomber en si grand nombre dans toutes les directions, qu'on aurait cru assister à une pluie de fusées. Plusieurs de ces météores laissaient des traînées.

On voit qu'il serait intéressant de rechercher deux traînées d'astéroïdes en avril : la première du 4 au 11, la seconde du 17 au 25.

*Mai.*

Les apparitions d'étoiles filantes en masse signalées dans le mois de mai sont très-rares ; en outre elles remontent toutes au IXe ou au Xe siècle.

824. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

842, le 5. « On voit encore des lances dans le ciel. » (Chasles.)

954, le 12. « Plusieurs ont vu pleuvoir du sang. » (Chasles.)

839, le 12. « Pendant la nuit les étoiles courent de toutes parts les unes après les autres. » (Chasles.)

Il n'y aurait lieu de rechercher qu'une seule traînée d'astéroïdes vers le milieu du mois.

*Juin.*

C'est dans le mois de juin que l'on a observé le plus petit nombre d'essaims d'étoiles filantes. Voici les deux seules mentions que contiennent les auteurs :

L'an 36 de notre ère, le 24. Averse d'étoiles filantes observée en Chine. (Éd. Biot.)

1022, du 28 au 30. « Pendant trois jours du sang pleut du ciel. » (Chasles.)

*Juillet.*

Le phénomène des étoiles filantes en masse reprend une nouvelle intensité pendant le mois de juillet.

784, le 14. Nombreuses étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

714, le 19. Apparition notable en Chine. (Éd. Biot.)

841, le 25. Apparition d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

830, le 26. Étoiles filantes en Chine, si nombreuses qu'on ne pouvait les compter. (Éd. Biot.)

835, le 26. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

924, du 26 au 28. Quantité considérable d'étoiles filantes en Chine pendant trois jours. (Éd. Biot.)

925, le 27 et le 28. Nombreuses étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

833, le 27. Notable apparition en Chine. (Éd. Biot.)

926, le 27. Grande quantité d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

933, du 25 au 30. Averse d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

1784, les 24, 26 et 27. Étoiles filantes beaucoup plus nombreuses qu'en temps ordinaire, selon les *Éphémérides de Manheim* pour 1784. (Quetelet.)

1785, le 27. « Nombreuses étoiles filantes à Prague, selon les *Éphémérides de Manheim.* » (Quetelet.)

1848, le 28. Étoiles filantes beaucoup plus nombreuses qu'en temps ordinaire observées à Aix-la-Chapelle par M. Heis. (*Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, t. XVI, n° 11.)

1849, les 28 et 29. Le nombre des étoiles filantes observées à Aix-la-Chapelle par M. Heis et à Bonn par M. Schmidt, a été extraordinaire. (*Bulletin de l'Acad. de Bruxelles*, t. XVI, n° 11.)

Il n'est pas douteux, d'après les observations précédentes, qu'il n'y ait en juillet un retour périodique d'essaims d'étoiles filantes dont l'époque serait actuellement entre le 26 et le 29 juillet.

*Août.*

Les apparitions des essaims d'étoiles filantes dans le mois d'août sont beaucoup plus nombreuses que dans tous les mois précédents. Depuis environ trois quarts de siècle surtout, la périodicité du mois d'août s'est manifestée d'une manière remarquable. Musschenbroek avait déjà signalé ce phénomène dans son ouvrage qui a paru en 1762. M. Quetelet a rappelé avec raison, d'après le docteur Forster, que c'était une tradition chez les catholiques de l'Irlande que les nombreuses étoiles filantes du mois d'août étaient les larmes brûlantes de saint Laurent dont la fête arrive précisément le 10 août. M. Herrick (*American Journal* de Silliman) rapporte en outre que d'après une ancienne tradition répandue en Thessalie, dans les contrées montagneuses qui entourent le Pélion, le ciel s'entr'ouvre dans la nuit du 6 août, fête de la Transfiguration, et des flambeaux apparaissent à travers cette ouverture. Des observations précises des astronomes et des physiciens ont montré le juste fondement de ces tra-

ns populaires. Voici toutes les indications que nous s pu recueillir.

268, en août. Nombreuses étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

en août. « Des lances paraissent dans le ciel. » (Chasles.)

en août. « Cette année, au mois de *redjeb* (août), il tomba beaucoup d'étoiles avec un grand bruit et une vive lueur. » (*Histoire du Caire*, de Soyouti ; *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. IV.)

« Les registres météorologiques tenus à Gosport notent que les étoiles filantes ont été très-nombreuses au mois d'août de cette année. » (Quetelet.)

le 2. Apparition d'étoiles filantes rapportée par Matthieu Pâris. (Quetelet.)

le 3. « Cette nuit a été signalée par la fréquence des étoiles filantes et doit être inscrite dans le catalogue des apparitions remarquables de ces météores. » (Olbers, *Annuaire de Schumacher* pour 1838.)

le 5. Quantité d'étoiles filantes observées en Chine. (Éd. Biot.)

le 5. Nombreuses étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

le 6. Nombreuses étoiles filantes. (Kæmtz.)

le 9. « Quelques heures après l'éruption du Vésuve, dit sir W. Hamilton, l'atmosphère a été remplie des météores lumineux appelés étoiles filantes, etc. » (*Phil. Trans.*, t. LXX.)

le 8. Grand nombre de météores se dirigeant du nord-ouest au sud-est, observés à Boston. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V.)

6 et 9. Étoiles filantes très-nombreuses en tous lieux et se dirigeant généralement vers l'ouest-sud-ouest. (*Éphémérides de Manheim* pour 1784.)

le 10. Apparition d'étoiles filantes en masse observée après un orage, mais par un ciel redevenu serein, par Spallanzani sur le Cimone, dans les Apennins. (Quetelet.)

le 9. Dans un ouvrage publié par le docteur N. Webster, à Hartford en Amérique, on lit que pendant les grandes chaleurs, qui développèrent des maladies pestilentielles, les étoiles filantes se montrèrent incroyablement nombreuses pendant plusieurs nuits vers le 9 août. Presque toutes marchaient du nord-est au sud-ouest et se succédaient si rapi-

dement que l'œil d'un spectateur curieux était presque constamment en action. (Lettre de M. Herrick, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V.)

1799, le 9. Brandes observa à Gœttingue, dans l'espace de deux heures, une trentaine d'étoiles filantes dont la plupart se dirigeaient du nord-est au sud-ouest. (Quetelet.)

1800, le 10. Le docteur Patrin a compté dans la soirée du 10, jusqu'à une heure du matin, une trentaine d'étoiles filantes dont la direction principale était du nord-est au sud-ouest.

1806, du 10 au 11. Apparition d'un très-grand nombre d'étoiles filantes observée en Angleterre par MM. Forster et Howard. (Quetelet.)

1811, le 10. M. Forster observe en Angleterre un grand nombre d'étoiles filantes qui laissent derrière elles des traînées lumineuses. (Quetelet.)

1813, le 11. Étoiles filantes nombreuses en Angleterre et en Amérique. (Quetelet.)

1815, le 10. Apparition extraordinaire d'étoiles filantes. (Chladni.)

1820, le 9. Nombre inaccoutumé d'étoiles filantes observé à Gosport, par M. J. Farey. (*Philosophical Magazine*, t. LVII.)

1822. Dans la nuit du 9 au 10, nombre d'étoiles filantes à New-York. (Quetelet.)

1823, le 10. Apparition remarquable rapportée par Brandes. En moins de deux heures il nota avec ses associés plus de 140 étoiles filantes. (*Comptes rend. de l'Acad. des sciences*, t. V.)

1826, le 10. « Apparition peu ordinaire d'étoiles filantes dans la nuit. » (Registres d'observations météorologiques de Gosport.)

1828, le 10. « M. Forster observe un grand nombre d'étoiles filantes à la suite d'un jour de vent et de pluie. » (Quetelet.)

1831, 10 août. « Pendant un ouragan terrible qui s'étendit sur les Indes occidentales, on vit d'innombrables globes de feu tomber des nuages. » (Quetelet.)

1833, le 10. « Étoiles filantes et météores entre 10 heures et minuit dans le Worcestershire. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V.)

1834, du 9 au 10. Un nombre extraordinaire d'étoiles filantes a été vu dans quelques parties de l'Amérique, selon M. Herrick, et en Belgique, selon M. Quetelet.

, les 8 et 10. « La soirée du 10 août a été remarquable à Bruxelles par un grand nombre d'étoiles filantes. Un semblable phénomène a été observé aux États-Unis le 8. » (Quetelet.)

, les 8, 9 et 10. Nombreuses étoiles filantes aux États-Unis, en France et en Belgique. « Un observateur exact et soigneux, dit M. Herrick, a trouvé que dans la plus grande partie de la soirée du 9 août, les étoiles filantes tombèrent à raison d'à peu près 150 par heure. » M. Walferdin a compté à Bourbonne-les-Bains, dans la nuit du 8 au 9 août, 316 étoiles filantes en une heure d'observation. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V.)

', 9, 10 et 11. Des observateurs placés sur différents points des deux hémisphères, ont compté les étoiles filantes durant trois jours. A l'Observatoire de Paris, dans la nuit du 10 au 11, on a vu 107 étoiles filantes entre 11 heures un quart et minuit un quart, et 184 de minuit 37 minutes à 3 heures 36 minutes. Le plus grand nombre des étoiles filantes paraissaient se diriger vers le Taureau. A Châteauroux, dans la nuit du 9 au 10, on a vu une trentaine de météores en une demi-heure; à Chamouni, en Suisse, le 9 au soir, on a compté plus de 40 étoiles filantes dans un même espace de temps; à Genève, M. Wartmann a compté le 9 août, de 9 heures à minuit, 82 étoiles filantes dont le plus grand nombre semblaient provenir d'un foyer commun situé entre β du Bouvier et α du Dragon. Le phénomène, selon le témoignage de M. Herrick, a paru aussi très-remarquable à des observateurs placés sur divers points aux États-Unis. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V.)

3, du 10 au 11. « Apparition remarquable d'étoiles filantes, en Belgique, en France, en Italie, en Autriche et aux États-Unis: dans ces derniers pays on a compté jusqu'à 50 et 60 météores par heure. Leur direction générale était du nord-est au sud-ouest. » (Quetelet.)

), le 10. Un grand nombre d'observateurs en Europe et en Amérique ont étudié les apparitions d'étoiles filantes dès le 3. Le phénomène a paru avoir nettement son maximum dans la soirée du 10. MM. Capocci et Nobile ont compté 1,000 météores en quatre heures à Naples; M. de Saulcy, 87 en un peu plus de trois quarts d'heure, à Metz; M. Colla, 819 en 6 heures 37 minutes, à Parme; M. Herrick, près de

500 en 3 heures, à New-Haven. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. IX, XI et XIII.)

1840, du 9 au 11. A l'Observatoire de Paris, M. Mauvais a compté 35 étoiles filantes en une demi-heure, dans la nuit du 9 au 10; le point de divergence de ces météores était entre Cassiopée et Persée. A Genève, dans la nuit du 10 au 11, en six heures un quart, M. Wartmann a compté 222 étoiles filantes, et M. Colla, à Parme, assisté de deux observateurs, en a compté 536 dans les deux nuits du 9 au 11. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XI.)

1841, du 10 au 11. Apparition de nombreuses étoiles filantes constatée en Belgique, en France, en Angleterre, en Allemagne et aux États-Unis. M. Colla, à Parme, a vu 80 météores filants dans la nuit du 9 au 10, et 283 dans la nuit suivante. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIII.)

1842, du 9 au 11. Apparition observée à Vienne, en Autriche, par M. Littrow (30 météores par heure en moyenne dans la nuit du 9 au 10; 129 dans celle du 10 au 11); à Tours, par M. Laugier (70 en 2 heures 5 minutes dans la nuit du 10 au 11); à Lyon, par M. Fournet, le 11 au soir (31 météores en une heure et demie). (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XV.)

1844, 9 et 11. Le 9, M. Quetelet a observé à Bruxelles 32 météores en une heure, M. Duprez, à Gand, 26, et M. Forster, à Bruges, 96; enfin à New-Haven, M. Herrick, aidé de cinq observateurs, en a compté 367 dans la nuit du 9 au 10, et 622 dans celle du 11 au 12. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIX.)

1845, le 9. Dans la nuit du 9 au 10, à Paris, M. Coulvier-Gravier, assisté de deux personnes, a compté 432 météores depuis 9 heures du soir jusqu'à 3 heures du matin, et à New-Haven (Amérique du nord), M. Herrick, dans la même soirée, a observé 64 météores entre 10 et 11 heures. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXI, et *Bullet. de l'Acad. de Bruxelles*, t. XII, n° 9.)

1846, le 10. Le nombre horaire maximum des étoiles filantes pour minuit a été trouvé par M. Coulvier-Gravier, à Paris, de 65 et a eu lieu le 10. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLI.)

1847, du 10 au 12. A Gand, le 11, M. Duprez a vu 66 météores en 3 heures; à Aix-la-Chapelle, M. Heis a compté le 10, 28

étoiles filantes en 35 minutes; le 11, 501 en 4 heures et demie; le 12, 203 en 3 heures. A Bruges, M. Forster évalue pour la nuit du 11 le nombre moyen des météores qu'il a vus à plus de 35 par heure. M. Coulvier-Gravier a donné le nombre 100 pour Paris à minuit. (*Bulletin de l'Acad. de Bruxelles*, t. XIV, n° 10.)

du 8 au 10. A l'Observatoire de Paris M. Goujon a compté dans la nuit du 9 au 10, en deux heures d'observation, 95 étoiles filantes. M. Coulvier-Gravier donne comme nombres horaires pour minuit, 40 pour le 8, 86 pour le 9, 110 pour le 10. La direction générale des météores était du nord au sud. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXVII.)

du 6 au 11. M. Coulvier-Gravier a obtenu pour minuit les nombres horaires d'étoiles filantes suivants : le 6 août, 50 ; le 8, 60 ; le 9, 107 ; le 10, 106 ; le 11, 80. A Parme, M. Colla a vu 22 météores le 10, de 9 heures 14 minutes à 10 heures 50 minutes. A Vienne, le 9, M. Mayer, de 9 heures 30 minutes à 10 heures 30 minutes, en a compté 42. A Aix-la-Chapelle, M. Heis, assisté de dix observateurs, a obtenu dans la nuit du 10, en cinq heures, un nombre total de 254 météores. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIX, et *Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, t. XVI, n° 11.)

du 8 au 11. M. Coulvier-Gravier a obtenu pour minuit les nombres horaires suivants : le 8, 44 météores ; le 9, 77 ; le 10, 84 ; le 11, 80. M. Wolff a compté dans le mois d'août 463 météores filants à Berne, et M. Anglès a vu à Roanne, dans la nuit du 10 au 11, une averse qu'il évalue à 400 étoiles filantes en 5 heures. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXI.)

le 10. M. Coulvier-Gravier a obtenu pour minuit 67 étoiles filantes en une heure. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIII.)

du 3 au 13. M. Coulvier-Gravier a obtenu pour minuit les nombres horaires d'étoiles filantes suivants : le 2, 34 ; le 5, 35 ; le 6, 46 ; le 10, 63 ; le 11, 50 ; le 12, 48 ; le 13, 43. M. de Jonquières, lieutenant de vaisseau, en rade de Cagliari, a compté pendant la nuit du 10 au 11, 70 météores environ par heure. A Gand, M. Duprez a vu pendant la même nuit 83 étoiles filantes en 3 heures. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXV, et *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, t. XIX, n° 9.)

1824, le 12. « Depuis le 12, les petits météores dits étoiles filantes sont tombés avec une rapidité remarquable. Cette nuit ils sont nombreux et s'élancent dans l'atmosphère avec un mouvement rapide et presque toujours vers le sud-ouest. » On a encore vu de nombreux météores le 15. (Journal de M. Forster.)

1819, le 13. Apparition d'un grand nombre d'étoiles filantes dans le Massachusetts. (Quetelet.)

1818, le 14. Apparition de nombreuses étoiles filantes en Angleterre, observée par M. Forster. (Quetelet.)

1826, du 14 au 15. M. J. Graziani a observé à Rome un nombre tout à fait inusité d'étoiles filantes. (Quetelet.)

1827, du 14 au 15. Même observation de M. Graziani. (Quetelet.)

1823, le 15. « Nombreuses étoiles filantes observées à Tubingue. » (Quetelet.)

1716, le 18. Apparition d'étoiles filantes constatée dans presque toute l'Europe. (Quetelet.)

1842, le 21. « Entre 11 heures du soir et minuit on observa à Lyon un nouveau passage d'étoiles filantes. Quelques-uns de ces météores semblaient effleurer notre atmosphère et un bruit semblable à celui que produit l'ascension d'une fusée se faisait entendre pendant un instant très-court. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XV.)

1037, le 27. Quantité d'étoiles filantes observées en Chine. (Éd. Biot.)

1063, le 28. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

532, le 30. Pluie d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

Il résulte d'une manière bien remarquable des observations précédentes, que vers le 10 août la Terre rencontre actuellement chaque année un essaim d'astéroïdes pressés les uns contre les autres. Dès 1836, M. Quetelet, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, disait que le milieu d'août est une époque où l'on doit s'attendre périodiquement à voir une grande quantité d'étoiles filantes. Ce n'est pas un des moins curieux résultats dont la science sera redevable aux laborieuses et persévérantes

erches que M. Quetelet a faites sur ce mystérieux omène. Il paraît évident, ainsi que M. Coulvier-ier en a fait la juste observation, que le nombre des ores du 10 août s'est progressivement accru durant remière moitié de ce siècle jusque vers 1848, pour oître dorénavant. Les nombres horaires observés minuit se répartissent ainsi :

| nnées. | Nombres observés. | Années. | Nombres observés. |
|---|---|---|---|
| 800..... | 20 | 1845..... | 95 |
| 823..... | 35 | 1846..... | 65 |
| 837..... | 50 | 1847..... | 100 |
| 838..... | 60 | 1848..... | 110 |
| 839..... | 75 | 1849..... | 106 |
| 840..... | 120 | 1850..... | 84 |
| 841..... | 30 | 1851..... | 67 |
| 842..... | 90 | 1852..... | 63 |
| 843..... | 15 | 1853..... | 56 |
| 844..... | 135 | | |

ut-il admettre, selon la pensée de MM. Bessel, uslawski, Erman, Littrow, Chasles, que l'essaim du d'août est animé d'un mouvement de révolution ur du Soleil qui aurait pour effet de retarder sa visi-é? Y a-t-il d'autres apparitions à rechercher pour tres jours du même mois? Les apparitions d'étoiles les en masse sont-elles soumises à des mouvements récession lents ou rapides? Ce sont là des questions la solution définitive est réservée à l'avenir.

*Septembre.*

es observations d'essaims d'étoiles filantes sont assez s pendant le mois de septembre; voici celles que nissent les catalogues :

580, en septembre. « A Tours, on voit une lueur parcourir le ciel. » (Chasles.)

859, en septembre. « Des lances paraissent dans le ciel. » (Chasles.)

868, en septembre. « Du feu parcourt l'air avec la rapidité d'une flèche. » (Chasles.)

1820, le 2. M. Forster a vu en Angleterre beaucoup d'étoiles filantes. (Quetelet.)

585, le 6. « Il parut plusieurs centaines d'étoiles coulantes qui tombèrent en se dispersant de tous côtés. » (Abel Rémusat.)

1822, le 10. « On vit des éclairs et des étoiles filantes d'une grandeur remarquable. » (Kæmtz, *Meteorologie*, t. III.)

1012, le 18. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

1451, le 19. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

945, le 20. « Un signe paraît au commencement de la nuit dans la partie septentrionale du ciel. » (Chasles.)

881, du 15 au 23. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

1840, le 21. De 7 heures à 10 heures du soir, M. Wartmann et son fils ont compté 106 étoiles filantes à Genève. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XI.)

288, le 25. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

585, le 25. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

Si l'on n'aperçoit aucune périodicité remarquable dans les apparitions des étoiles filantes en masse pour le mois de septembre, on ne peut cependant pas conclure des observations qui ont été faites, que la Terre ne rencontre pas deux fois, au commencement du mois et ensuite du 18 au 25, des courants d'astéroïdes.

*Octobre.*

Le mois d'octobre présente une recrudescence dans les apparitions des étoiles filantes en masse ; les catalogues donnent les observations suivantes :

859, en octobre. « Des lances paraissent dans le ciel. » (Chasles.)

933, en octobre. « Il y eut en Égypte un tremblement de terre et

les étoiles lumineuses étaient dans un mouvement violent. » (Quetelet.)

, en octobre. « Les étoiles, semblables à une pluie de feu, ont paru descendre sur plusieurs points de l'Italie. » (Quetelet.)

, le 10. Grande apparition en Chine. (Éd. Biot.)

, le 11. Apparition remarquable en Chine. (Éd. Biot.)

, nuit du 11 au 12. Observation de nombreuses étoiles filantes, à Aix-la-Chapelle, par M. Heis. (Humboldt, *Cosmos.*)

, le 14. Apparition remarquable en Chine. (Éd. Biot.)

, nuit du 14 au 15. « Brandes compta à Gœttingue un grand nombre d'étoiles filantes dans les observations simultanées qu'il fit avec Benzenberg. » (Quetelet.)

, le 15. « Grande apparition d'étoiles filantes, en Angleterre, entre 9 et 10 heures du soir, s'élançant du sud-ouest vers le nord-est. » (Quetelet.)

, le 17. Observation d'une apparition extraordinaire d'étoiles filantes par M. Heis. (Humboldt, *Cosmos.*)

, du 15 au 17. Chute remarquable d'étoiles filantes. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIX.)

, le 18. Dans la matinée, M. Malbos a vu successivement à Bérias (Ardèche), un grand nombre d'étoiles filantes se dirigeant vers l'est. (Quetelet.)

, le 19. Selon Frodoard et Muratori, « on vit des lances de feu parcourir le ciel. » (Quetelet.)

, le 20. Apparition remarquable en Chine. (Éd. Biot.)

, le 19. « On voit des lances de feu parcourir le ciel. » (Chasles.)

, le 19. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

, le 19. « Les étoiles jetaient des vagues au ciel vers l'est et vers l'ouest; elles volaient comme des sauterelles dispersées de droite à gauche; cela dura jusqu'à l'aurore. Le peuple était en détresse. » (Soyouti, *Histoire du Caire*, citée dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. IV.)

, le 20. Grande apparition en Chine. (Éd. Biot.)

, le 21. Une multitude de feux, semblables à des pointes, parcourent le ciel pendant toute la nuit, et se dirigent vers l'occident. (Chasles et Al. Perrey.) Cette apparition est men-

tionnée aussi par les historiens arabes en ces termes : « Il arriva une chute d'étoiles pendant la nuit qui dura depuis le soir jusqu'à l'aurore ; il y eut en même temps des tremblements de terre dans le monde entier. » (Quetelet.)

856, le 21. « Des feux, semblables à des pointes, parcourent le ciel pendant toute la nuit. » (Chasles.)

1766, le 21 octobre. Nombreuses étoiles filantes, d'après M. Heis. (Humboldt, *Cosmos.*)

1848, du 20 au 26. Observation d'étoiles filantes en nombre inusité, d'après M. Heis. (Humboldt, *Cosmos.*)

902, le 23. « La nuit de la mort du roi Ibrahim ben Ahmed, on vit une infinité d'étoiles filantes qui se répandirent comme de la pluie à droite et à gauche. Cette année fut appelée l'année des étoiles. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. IV.)

1805, le 23. « On vit un nombre considérable d'étoiles filantes en Allemagne. » (Quetelet.)

1101, le 23. « On voit les étoiles tomber du ciel. » (Al. Perrey.)

1845, le 24. Nombreuses étoiles filantes observées par M. Heis. (Humboldt, *Cosmos.*)

585, le 26. « Pendant trois nuits des feux tombent du ciel. » (Chasles.)

1602, le 27. Apparition remarquable en Chine. (Éd. Biot.)

1366, le 30. « Pluie continue d'étoiles filantes en telle multitude que personne n'aurait pu les compter, » d'après la chronique de l'église de Prague. (Quetelet.)

Il est bien évident, d'après les observations précédentes, que vers le milieu du mois d'octobre la Terre rencontre dans son orbite un essaim remarquable d'astéroïdes.

*Novembre.*

Les apparitions extraordinaires d'étoiles filantes enregistrées dans les catalogues pour le mois de novembre sont très-nombreuses, et elles méritent de fixer particulièrement l'attention.

979, le 2. « Pendant toute la nuit on voit des lances de feu dans le ciel. » (Chasles.)

1533, le 3. Très-grande apparition en Chine. (Éd. Biot.)

1058, le 7. « Il pleut du sang sur Paris. » (Chasles.)

1602, le 7. Apparition en Chine. (Éd. Biot.)

1826, du 6 au 7. « On vit à Ténériffe beaucoup de bolides (étoiles filantes). » (Quetelet.)

970, le 8. Remarquable apparition en Chine. (Éd. Biot.)

1813, le 8. « Météore lumineux et beaucoup d'étoiles filantes. » (Quetelet.)

1787, du 9 au 10. De nombreuses étoiles filantes furent observées par Hemmer, dans le midi de l'Allemagne, particulièrement à Manheim. (Humboldt, *Cosmos.*)

561, après le 12. « Du feu parcourt le ciel la nuit de la mort de Clotaire. » (Chasles.)

1812, dans la première quinzaine du mois. Quantité considérable d'étoiles filantes observées par M. Fournet, en allant de Coblentz à Bonn. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. II.)

837, le 12. Apparition notable en Chine. (Éd. Biot.)

1799, le 12 novembre. Surtout depuis 2 heures jusqu'à 4 heures du matin, des milliards d'étoiles filantes sillonnèrent le ciel. Pendant plus de quatre heures, depuis l'équateur jusque vers le pôle nord, partout cet extraordinaire flux météorique a été remarqué. A Cumana, MM. de Humboldt et Bonpland virent à l'orient, sur une bande large de 60 degrés et montant jusque vers 50 degrés, comme un brillant feu d'artifice tiré à une hauteur immense; de gros bolides ayant parfois un diamètre apparent de une fois et une fois et un quart celui de la Lune, puis des étoiles filantes en nombre infini dont la direction était régulièrement celle du nord au sud, traversaient incessamment un ciel d'une grande pureté où étaient tracées de nombreuses et longues bandes phosphorescentes. Le même phénomène fut aperçu au Brésil, au Labrador, en Allemagne près de Weimar, et au Groenland jusque par 64° 14′ de latitude septentrionale; il fut aussi observé à la Guyane française par M. de Marbois, et au canal de Bahama par M. Ellicot.

1818, nuit du 12 au 13. Pluie considérable d'étoiles filantes. (Humboldt, *Cosmos.*)

1820, le 12. « A la suite d'un violent orage, on observa en Russie beaucoup d'étoiles filantes. » (Kæmtz, *Meteorologie.*)

1822, le 12. « Le soir un grand nombre d'étoiles filantes entremêlées de bolides, vues à Potsdam, par Klæden, et à Taucha, près de Leipzig. » (Kæmtz.)

1823, nuit du 12 au 13. Pluie considérable d'étoiles filantes. (Humboldt, *Cosmos.*)

1828, nuit du 11 au 12. Pendant cette nuit M. de Bruyas aperçut à Saint-Marcellin (Isère) un bolide et des étoiles filantes en nombre inusité. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. III.)

1831, le 13. Apparition d'un grand nombre d'étoiles filantes vue à Bruneck, dans le Tyrol, ainsi qu'en Amérique. M. Bérard, commandant du navire *le Loiret*, en station près de Carthagène (côtes d'Espagne), vit le 13, à quatre heures du matin, un nombre considérable d'étoiles filantes et de météores de grande dimension. Pendant plus de trois heures, il s'en est montré, terme moyen, 2 par minute. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. I.)

1832, les 11, 12 et 13. Apparition très-remarquable vue dans toute l'Europe, en Arabie et aux États-Unis. Elle a été observée particulièrement à Dusseldorf par M. Custodis, qui dans la nuit du 12 au 13, de 4 à 7 heures du matin, compta 267 étoiles filantes; à l'île Maurice, dans la nuit du 12, par M. L. Robert, en nombre tel qu'il était impossible de compter les météores; à Limoges où, dans la nuit du 11 au 12, le phénomène eut une telle intensité que des ouvriers furent saisis d'épouvante et prirent la fuite; enfin, sur la route de Bayeux à Caen par M. Le Verrier. « C'est dans la partie orientale du ciel, dit cet astronome, que se montrait le phénomène; les étoiles filantes se succédaient sans interruption et en si grand nombre que pour compter celles qu'on apercevait en même temps, en supposant qu'elles eussent été fixes, il eût fallu plusieurs heures. » Les météores avaient une teinte bleuâtre et se mouvaient généralement du nord-est au sud-ouest. La direction de leur mouvement formait avec l'horizon un angle d'environ 30 degrés. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. II, V et IX.)

1833, nuit du 12 au 13. On aperçut, en Amérique, une succession de météores lumineux, semblables à des fusées, et qui rayonnaient d'un point unique pour se porter dans toutes les di-

rections. Ces météores faisaient ordinairement explosion avant de disparaître. Ils laissaient, dans leur marche, des traînées phosphorescentes rectilignes, lesquelles, dans quelques cas, devenaient sinueuses comme un serpent. Plusieurs d'entre eux parurent aussi brillants que Jupiter et que Vénus. Un peu avant 6 heures du matin, le point de radiation ou de divergence était à l'ouest de γ du Lion, non loin de Régulus. Pendant l'heure suivante, le point en question resta stationnaire dans la même partie du Lion, quoiqu'en une heure la constellation se fût déplacée vers l'ouest d'environ 15°. (Ces détails sont tirés d'une lettre de M. le professeur Olmsted of yale College, datée du 13 novembre 1833.) D'après une autre relation, le phénomène se voyait déjà avant minuit; la date serait donc le 12 novembre 1833. Cette apparition a été également observée à Frederikshaab, dans le Groenland, par M. Müller, et à Gothaab, par M. Kauffelot. On aperçut les météores le long de la côte orientale de l'Amérique, depuis le golfe du Mexique jusqu'à Halifax, de 9 heures du soir au lever du soleil, et même dans quelques endroits en plein jour, à 8 heures du matin. Les étoiles étaient si nombreuses, elles se montraient dans tant de régions du ciel à la fois, qu'en essayant de les compter on ne pouvait guère espérer d'arriver qu'à de grossières approximations. L'observateur de Boston les assimilait, au moment du maximum, à la moitié du nombre de flocons qu'on aperçoit dans l'air pendant une averse ordinaire de neige. Lorsque le phénomène se fut considérablement affaibli, il compta 650 étoiles en 15 minutes, quoiqu'il circonscrivit ses remarques à une zone qui n'était pas le dixième de l'horizon visible. Ce nombre, suivant lui, n'était que les deux tiers du total; ainsi, il aurait dû trouver 866, et pour tout l'hémisphère visible, 8,660. Ce dernier chiffre donnerait 34,640 étoiles. Or, le phénomène dura plus de 7 heures; donc, le nombre de celles qui se montrèrent à Boston dépasse 240,000; car, on ne doit pas l'oublier, les bases de ce calcul furent recueillies à une époque où le phénomène était déjà notablement dans son déclin.

nuit du 13 au 14. « Beaucoup d'étoiles filantes et de bolides dans l'Amérique du nord. » On remarque encore un point de rayonnement dans la constellation du Lion. (Quetelet.)

le 13. « Apparition de beaucoup d'étoiles filantes et de bolides dans l'Amérique du nord. » (Quetelet.)

1836, les 12, 13, 14. A Paris, les astronomes de l'Observatoire (MM. Bouvard, Laugier, Mauvais, Plantamour) comptèrent, dans la nuit du 12 au 13, 170 météores, de 6 heures 45 minutes du soir à 6 heures 35 minutes du matin; à Bercy, M. Méret vit, le 12, de minuit à 6 heures du matin 120 étoiles filantes, dont 57 venaient du Lion; dans le département de l'Ain, M. Millet d'Aubenton compta dans la même nuit 75 météores; à Strasbourg, M. Fargeau en vit 85, de 10 heures 45 minutes à 2 heures 37 minutes du matin; à Dieppe, M. Nell de Bréauté estima que les météores étaient vingt fois plus nombreux que dans les nuits ordinaires; à Breslau, dans la nuit du 12 au 13, de 3 à 6 heures du matin, M. Bogulawski compta 146 étoiles filantes, et dans celle du 14 au 15, 142 en 12 heures; aux États-Unis, M. Herrick compta à peu près 150 météores par heure; enfin, au cap de Bonne-Espérance, M. Herschel nota le même phénomène. Les météores partaient en général d'un point de la constellation du Lion et se dirigeaient vers la grande Ourse. (*Comptes rend. de l'Acad. des sciences*, t. III et V.)

1837, le 13. M. Quetelet accuse un nombre assez remarquable d'étoiles filantes en Belgique, ainsi qu'en Amérique. Les météores partaient encore d'un point de la tête du Lion. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V.)

1838, nuit du 13 au 14. Nombre considérable d'étoiles filantes observées à Vienne (Autriche), par M. Littrow, en Angleterre et en Amérique. Cette apparition a été accompagnée d'une aurore boréale vue au cap de Bonne-Espérance par sir John Herschel. (Quetelet.)

1841, nuit du 12 au 13. Pluie considérable d'étoiles filantes. (De Humboldt, *Cosmos*.)

1842, du 10 au 14. Dans la nuit du 10 au 11, M. Marcel de Serres a vu à Montpellier 25 météores par heure dans un tiers du ciel seulement; M. Colla, à Parme, 54 dans la nuit du 11 au 12, et M. Gaudin, à Paris, compta 20 météores par minute dans celle du 13 au 14. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XV et XVI.)

1846, nuit du 12 au 13. Apparition notée comme certaine par M. de Humboldt dans son *Cosmos*.

1847, nuit du 12 au 13. Très-nombreuses étoiles filantes observées à Bénarès, dans l'Hindoustan. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXVII.)

, 12 et 13. D'après une communication de M. de Humboldt, M. Boguslawski, assisté d'un grand nombre d'étudiants, compta à Breslau, le 12, de 10 heures et demie à minuit et demi, 88 météores, et le 13, dans le même espace de temps, 69. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIX.)

, du 14 au 17. Dans la nuit du 14 au 15, M. de Nervaux a observé dans le département de Saône-et-Loire 39 de ces météores en une demi-heure; et dans la nuit du 15 au 16, M. Danse a compté à Paris 17 étoiles filantes en 1 minute.

, le 15. Étoiles filantes, en nombre considérable, vues par M. Addison, dans le comté de Worcester, en Angleterre. (Coulvier-Gravier.)

, le 18. « En Égypte, dit un historien arabe, les étoiles s'agitèrent d'une manière extraordinaire en se mouvant de l'est à l'ouest et du nord au sud, de façon qu'aucun mortel ne pouvait jeter les yeux sur le ciel. » (Quetelet.)

, le 19. « On observa beaucoup d'étoiles filantes à Gosport. » (Quetelet.)

, le 25. « Le duc de Wurtemberg vit, vers 10 heures du soir, une quantité considérable d'étoiles filantes se dirigeant du sud au sud-ouest. » (Quetelet.)

, le 29. Averse remarquable d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

, le 30. « L'hémisphère entier était plein de météores qu'on nomme étoiles filantes, depuis minuit jusqu'au matin; la surprise des spectateurs de ce phénomène fut considérable en Égypte. » (Quetelet.)

n voit que les flux météoriques de novembre se sont oduits d'une manière remarquable du 11 au 13. Ce ur périodique à jour fixe pendant plusieurs années a é, et maintenant on ne compte pas plus d'étoiles tes à cette époque que dans les nuits ordinaires.

*Décembre.*

es averses d'étoiles filantes consignées dans les catanes sont moins nombreuses en décembre qu'en no-

vembre ; elles présentent cependant une périodicité digne de fixer l'attention des observateurs.

586, en décembre. « Une lueur paraît dans le ciel comme un serpent. » (Chasles.)

786, en décembre. « Des lances effrayantes, telles qu'on n'en avait jamais vu, paraissent dans le ciel. On a dit avoir vu pleuvoir du sang. » (Chasles.)

940, en décembre. « Dans la nuit d'un dimanche on voit dans le ciel des lances de diverses couleurs. » (Chasles.)

1002, en décembre. « Vers le coucher du Soleil un serpent parcourt les airs et l'on voit des lances de feu dans le ciel. » (Chasles.)

883, vers le commencement de décembre. Pluie d'étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

848, le 1er. « On voit des lances dans le ciel au milieu de la nuit. » (Chasles.)

1576, le 5. Étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

1741, le 5. Beaucoup d'étoiles filantes observées par Krafft à Saint-Pétersbourg, d'après Musschenbroek. (Quetelet.)

1798, le 7. Brandes a compté à Brême 480 étoiles filantes dans la seule nuit du 6 au 7. Au commencement de la nuit il y en avait plus de 100 par heure, et cela dura plus de trois heures dans une étendue qui était loin de former la cinquième partie du ciel. (Quetelet.)

1830, le 7. Averse extraordinaire d'étoiles filantes, annoncée par M. l'abbé Raillard, curé de Verceilles, près de Langres. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. VIII.)

1838, du 6 au 8. M. Flaugergues, à Toulon, a vu le 6, de 8 heures 55 minutes à 9 heures 15 minutes du soir, 42 étoiles filantes qui s'échappaient d'un point situé vers le zénith ; M. Colla a observé cette apparition le 7 à Parme ; M. Quetelet, à Bruxelles, dans la soirée du 8 ; à New-Haven, aux États-Unis, M. Herrick a compté, le 7, de 8 à 10 heures du soir, 164 météores. Les trois quarts d'entre eux semblaient s'échapper d'un point situé près de la Chaise de Cassiopée. (Quetelet.)

1847, le 8 et le 10. M. Heis a observé des averses d'étoiles filantes. (De Humboldt, *Cosmos*.)

du 11 au 15. Dans la nuit du 11 au 12, M. Colla vit à Parme une grande quantité d'étoiles filantes de différentes grandeurs qui se dirigeaient presque toutes vers le sud-sud-est. Cet astronome signale encore l'abondance des météores dans la nuit du 14 au 15. (Quetelet.)

du 12 au 13. « On compta près d'Heiligenstadt, dans un court espace de temps, environ 40 bolides (étoiles filantes) qui se dirigeaient vers le sud-est. » (Quetelet.)

le 29. Nombreuses étoiles filantes en Chine. (Éd. Biot.)

le 30. « Une vive lumière traverse le ciel du nord-est au midi. » (Chasles.)

le 31. « On voit des lances de feu effrayantes vers le nord et l'orient. » (Chasles.)

est surtout du 5 au 15 décembre que l'on doit recher-
d'après ces observations, les flux périodiques des
s filantes en masse de décembre.

l'on compte pour chaque mois les apparitions d'es-
s d'étoiles filantes, on arrive aux chiffres suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Janvier | 10 | 55 |
| Février | 10 | |
| Mars | 12 | |
| Avril | 17 | |
| Mai | 4 | |
| Juin | 2 | |
| Juillet | 14 | 166 |
| Août | 56 | |
| Septembre | 13 | |
| Octobre | 29 | |
| Novembre | 37 | |
| Décembre | 17 | |

est remarquable de voir que, comme pour les chutes
olithes, pour les apparitions de bolides et pour celles
toiles sporadiques, les étoiles filantes en masse sont
coup plus nombreuses de juillet à décembre que de

janvier à juin ; la Terre rencontre donc un plus grand nombre de météores cosmiques quand elle se rend de l'aphélie au périhélie qu'en marchant du périhélie à l'aphélie.

## CHAPITRE VII

### NOTIONS HISTORIQUES SUR L'EXPLICATION DES MÉTÉORES COSMIQUES

Dans la vie de Lysander, Plutarque s'exprime ainsi : « Quelques philosophes pensent que les étoiles filantes ne proviennent pas de parties détachées de l'éther qui viendraient s'éteindre dans l'air aussitôt après s'être enflammées ; elles ne naissent pas davantage de la combustion de l'air qui se dissout, en grande quantité, dans les régions supérieures ; ce sont plutôt des *corps célestes qui tombent*, c'est-à-dire qui, soustraits d'une certaine manière à la force de rotation générale, sont précipités ensuite irrégulièrement, non-seulement sur les régions habitées de la Terre, mais aussi dans la grande mer, d'où vient qu'on ne les retrouve pas. »

Ces aperçus sont bien voisins des idées que l'on accepte généralement aujourd'hui sur l'origine des météores cosmiques. Dans cet autre passage de Diogène d'Apollonie, on retrouve d'une manière encore plus nette l'opinion des modernes sur la circulation de ces météores dans l'espace avant qu'ils deviennent visibles en s'enflammant ou en tombant sur notre planète. « Parmi les étoiles visibles, dit le philosophe d'Apollonie, se meuvent aussi des étoiles invisibles auxquelles, par conséquent, on n'a pu

ner de nom. Celles-ci tombent souvent sur la terre et eignent, comme cette *étoile de pierre*, qui tomba tout eu près d'Ægos-Potamos. » A ces idées exactes se joi-ent sans doute des hypothèses erronées qui prove-nt surtout de cet esprit de système qui assigna pen-t tant de siècles une origine terrestre à tous les phé-ènes, et qui voulait que l'on considérât notre globe me corps central de l'univers, d'où tout venait et uel tout se rapportait.

'explication de l'inflammation des météores cos-ues qui consiste à admettre une combinaison de leur ière avec celle de notre atmosphère, à la suite d'une ation de température causée par la résistance de et l'énorme vitesse dont sont animés les étoiles tes et les bolides, a trouvé une objection dans la nde hauteur à laquelle beaucoup de ces phénomènes nanifestent. Mais il n'est pas difficile de tourner cette culté et de trouver des raisons pour expliquer com-t les matières ignées peuvent s'enflammer bien au des dernières couches de l'enveloppe gazeuse de e planète. Poisson, dans ses *Recherches sur la pro-lité des jugements,* s'exprime ainsi à cet égard :

A une distance de la Terre où la densité de l'atmo-ère est tout à fait insensible, il serait difficile d'attri-r, comme on le fait, l'incandescence des aérolithes à rottement contre les molécules de l'air. Ne pourrait-as supposer que le fluide électrique, à l'état neutre, ne une sorte d'atmosphère qui s'étend beaucoup au de la masse d'air, qui est soumise à l'attraction de Terre, quoique physiquement impondérable, et qui

suit, en conséquence, notre globe dans ses mouvements? Dans cette hypothèse, les corps dont il s'agit, en entrant dans cette atmosphère impondérable, décomposeraient le fluide neutre, par leur action inégale sur les deux électricités, et ce serait en s'électrisant qu'ils s'échaufferaient et deviendraient incandescents. »

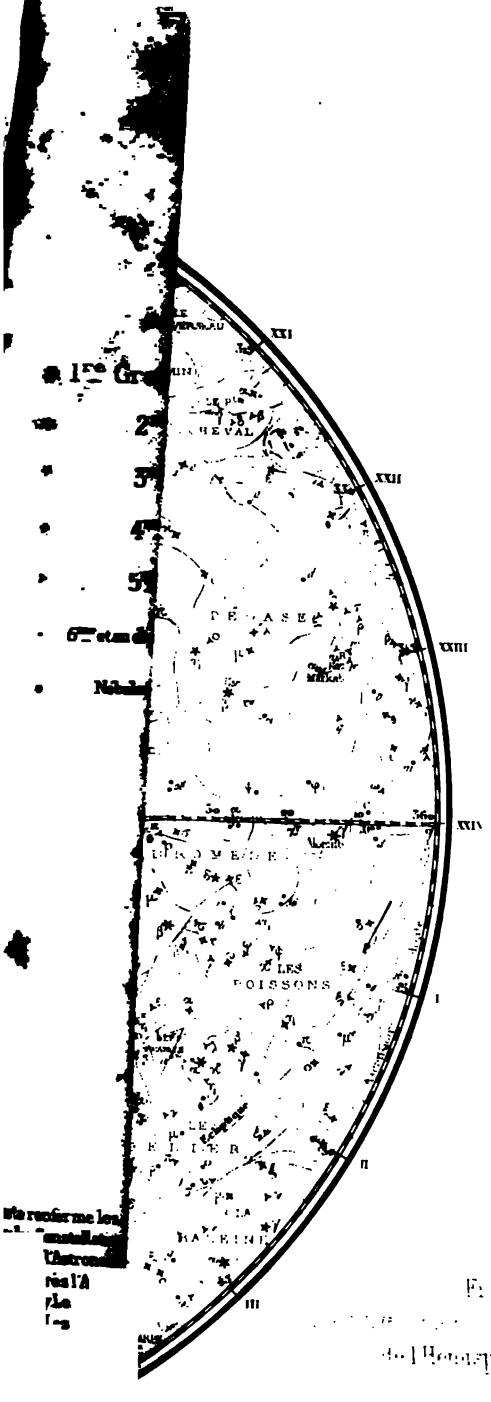
Les phénomènes que présentent les météores cosmiques n'étant pas constants, il est d'ailleurs naturel d'admettre que plusieurs causes peuvent concourir à leur manifestation. Dans une lettre à M. Quetelet, M. Schmidt, directeur à l'Observatoire de Bilk, près de Dusseldorf, a fait avec raison remarquer « que dans les météores, les transitions de la couleur du blanc le plus éclatant au jaune, au rouge jaunâtre, au vert et au gris nébuleux, ainsi que la différence de couleur entre la queue et le corps proprement dit de l'étoile filante, trahissent une différence chimique individuelle, de sorte que toutes les étoiles filantes ne doivent pas être regardées comme ayant la même constitution. »

Les appendices et les queues, ajoute le même astronome, ne sont pas moins dignes d'attention ; car, chose étonnante, ces dernières sont tantôt parfaitement droites avec des bords parallèles, tantôt plus larges et plus brillantes vers le milieu; tantôt elles se montrent le plus larges et le plus éclatantes à l'endroit où le météore s'éteint. Le décroissement plus rapide de lumière qui a lieu quelquefois dans le milieu des traînées, semble confirmer en général ce qu'on a déjà supposé plusieurs fois, c'est-à-dire que les queues ont la figure d'un cylindre ou d'un cône creux.

itué par 50°.3 d'ascension droite et 51°.5 de déclinaison
ieci s'applique aux années 1844, 1845, 1846. Au mai
e novembre 1849, du 7 au 14, j'ai vu 200 étoiles filante
nviron de plus que je n'en avais remarqué à la mêm
poque depuis 1841. Parmi ces étoiles, quelques-une
eulement venaient du Lion; le plus grand nombre d
eaucoup appartenaient à la constellation de Persée.
n résulte, à ce qu'il me semble, que le brillant phén
ıène qui se produisit au mois de novembre des anné
799 et 1833 n'a pas reparu depuis. Olbers soupçonna
ussi que ces grandes apparitions ne devaient reven
u'après une période de 34 ans. Si l'on veut considér
es apparitions périodiques de ces météores et les con
lications de leurs trajectoires, on peut dire que certai
oints de rayonnement sont toujours les mêmes, ma
u'il en existe aussi d'autres qui sont variables et spor
iques. »

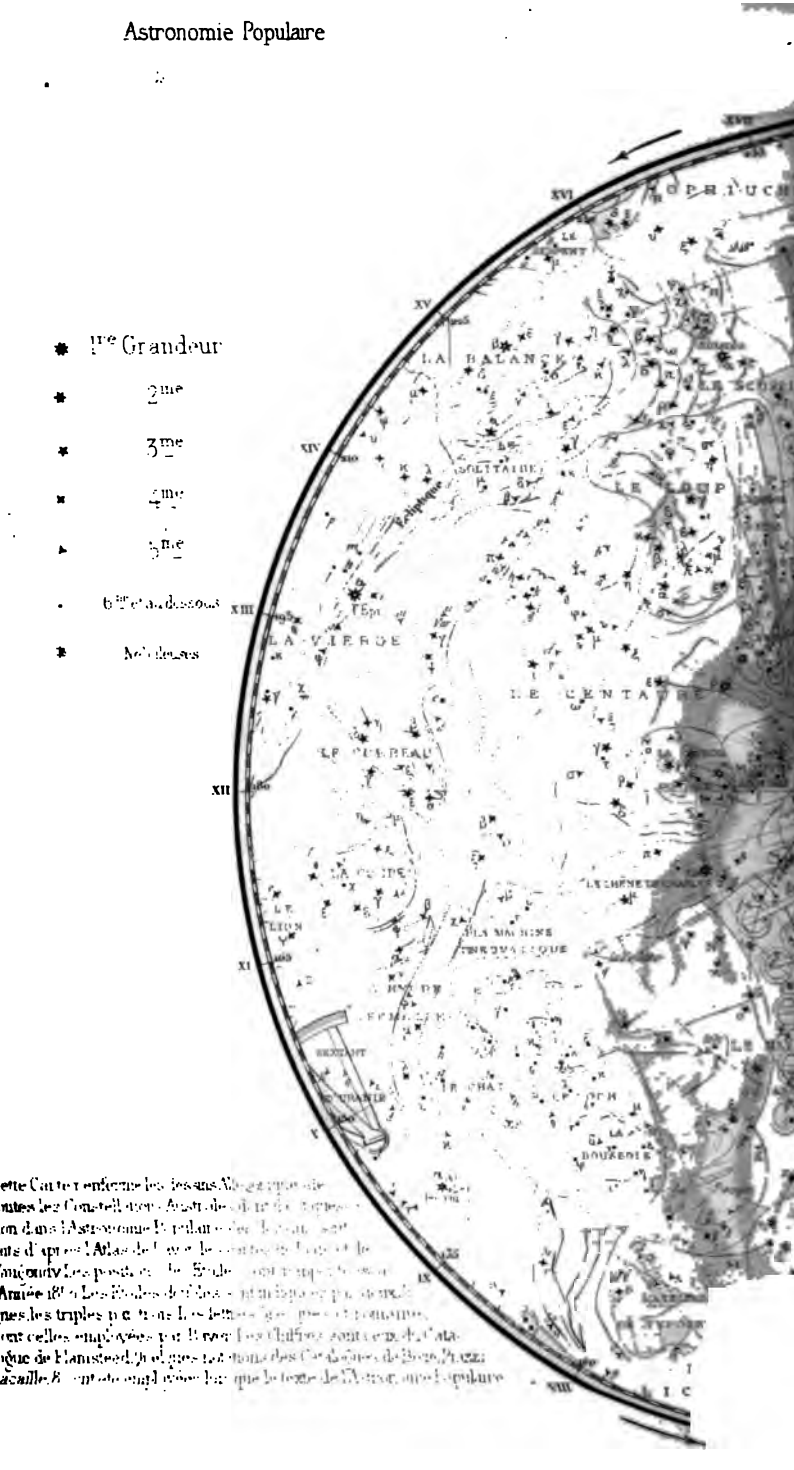
Les mouvements apparents des étoiles filantes so
uelquefois directs, quelquefois rétrogrades, c'est-à-di
u'au lieu de paraître provenir du Lion, les étoil
lantes semblent quelquefois être dirigées vers cet
onstellation. M. Valz a appelé avec raison l'attention s
ette particularité du phénomène qu'on ne peut expliqu
u'en admettant que le mouvement direct absolu d
nneaux d'astéroïdes qui entourent au loin le Soleil e
ıntôt un peu plus lent, tantôt un peu plus rapide q
elui de la Terre.

Les divers anneaux d'astéroïdes qui entourent le Sol
euvent avoir des constitutions très-diverses et présent
es amas très-inégalement pressés. Mais dans tous l


XXI
XXII
XXIII
XXIV
I
II
III
LES
POISSONS

RK
FOUN

YORK




Cette Carte renferme les dessins [illegible] de toutes les Constellations Australes [illegible] tion dans l'Astronomie Populaire [illegible] faits d'après l'Atlas de [illegible] Vaugondy. Les positions [illegible] l'Année 18[illegible] Les Étoiles [illegible] gnes, les triples [illegible] sont celles employées par [illegible] Les Chiffres sont ceux du Catalogue de Flamsteed. Quelques [illegible] des Catalogues de Bode, Piazzi, Lacaille, 8 [illegible] que le texte de l'Astronomie Populaire

[redacted]

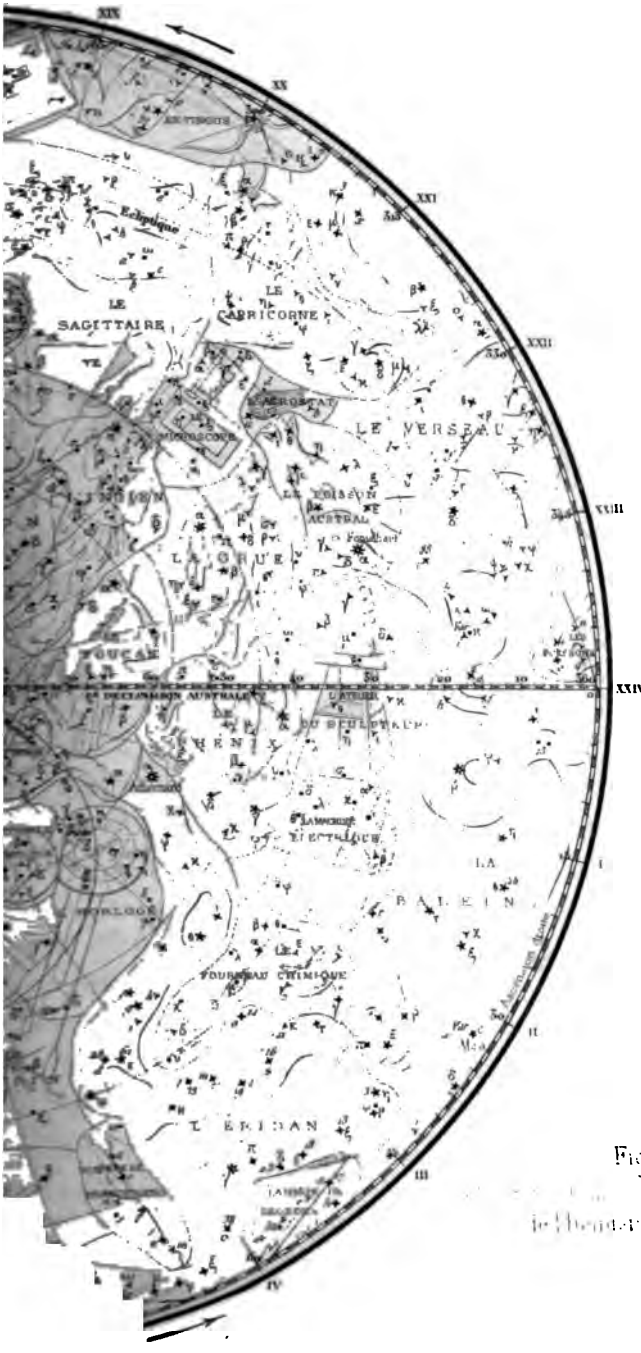



Fig. [illegible]

[illegible]

de l'hémisphère Austral

[redacted]

cas, quoique ces corps ne deviennent en général visibles pour nous qu'en approchant de notre planète, ils doivent cependant se projeter sur l'astre radieux. Or, le disque du Soleil s'obscurcit parfois momentanément, et sa lumière s'affaiblit à tel point qu'on voit les étoiles en plein midi. M. de Humboldt rappelle avec raison « qu'un phénomène de ce genre, qui ne peut s'expliquer ni par des brouillards, ni par des cendres volcaniques, eut lieu en 1547, vers l'époque de la fatale bataille de Mülhberg, et dura trois jours. Kepler, ajoute mon illustre ami, voulut en chercher la cause d'abord dans l'interposition d'une *materia cometica*, puis dans un nuage noir que des émanations fuligineuses, sorties du corps même du Soleil, auraient contribué à former. Chladni et Schnurrer attribuaient au passage de masses météoriques devant le disque du Soleil les phénomènes analogues des années 1090 et 1208, qui durèrent moins longtemps, le premier pendant trois heures, le second pendant six heures seulement. »

Messier rapporte que le 17 juin 1777, vers midi, il vit passer sur le Soleil, pendant cinq minutes, un nombre prodigieux de globules noirs. Ces globules ne faisaient-ils pas partie de l'un des anneaux d'astéroïdes dont toutes les observations des météores cosmiques tendent à faire admettre l'existence? Deux autres obscurcissements du Soleil, celui du commencement de février 1106 et celui du 12 mai 1706, pendant lequel, vers 10 heures du matin, la nuit devint telle que les chauves-souris se mirent à voler et qu'on fut obligé d'allumer des chandelles, ne paraissent pas pouvoir s'expliquer autrement.

Des astronomes, entre autres M. Erman et M. Petit, en ont conclu avec quelque vraisemblance qu'on devrait chercher dans l'interposition entre la Terre et le Soleil d'une grande quantité d'astéroïdes, d'une épaisseur considérable de l'un des anneaux dont il s'agit, la cause des abaissements de température qui se rencontrent périodiquement en février et en mai.

Voilà que des corps dont l'existence ne nous était révélée que par des phénomènes d'incandescence dans le voisinage de notre planète, nous apparaissent par l'obscurcissement de l'astre radieux, foyer de toutes les orbites des corps planétaires. Mais si ces corps forment des anneaux d'une certaine densité, comment ne nous deviennent-ils pas visibles, au moins dans leur ensemble, en réfléchissant la lumière du Soleil ? Dominique Cassini, en étudiant la lumière zodiacale (liv. xv, t. ii, p. 183 à 197), a été conduit à admettre l'existence d'une immense nébuleuse, répandue circulairement autour du Soleil, à une grande distance, à peu près suivant le plan de l'équateur de l'astre radieux. Ce seraient les corps de cette nébuleuse rencontrés par notre globe dans son mouvement de circulation autour du Soleil, qui donneraient naissance à tous les météores cosmiques étudiés dans ce livre. Ainsi, les divers phénomènes de la voûte étoilée et de la météorologie, lors même qu'ils paraissent déjouer par leur inconstance toute la perspicacité des hommes, finissent, à la suite d'une étude approfondie, par se rattacher les uns aux autres dans une sublime coordination.

# LIVRE XXVII

## JUPITER

---

## CHAPITRE PREMIER

### ASPECT DE JUPITER — SON MOUVEMENT PAR RAPPORT AU SOLEIL

Jupiter est représenté par le signe ♃ dans lequel les uns ont cru voir la première lettre barrée du nom grec de cette planète (Ζεύς), et d'autres une image des zigzags de la foudre. Le nom que les Égyptiens donnaient à cette planète correspondait au mot *éclatant;* ils la nommaient aussi Osiris. Les Grecs rappelaient son éclat en la désignant quelquefois sous le nom de Φαέθων. La dénomination indienne de Jupiter était, d'après Bopp, Vrihaspati, ou plus anciennement, selon l'orthographe des Védas adoptée par Lassen, Brihaspati, Seigneur de la croissance; ce nom, qui était celui d'une divinité védique, est formé de vrih (brih), *croître*, et pati, *maître.*

La scintillation de Jupiter, si tant est qu'elle existe, n'a été remarquée que dans des circonstances très-exceptionnelles.

La distance angulaire de Jupiter au Soleil, comptée à partir de la Terre, de l'occident à l'orient, va toujours

ugmentant depuis 0 jusqu'à 360°. Lorsque cette dis-
e est 0, la planète est dite *en conjonction*, elle passe
méridien en même temps que le Soleil ; son passage
méridien a lieu à minuit, quand la distance angulaire
deux astres a atteint une valeur égale à 180°. On dit
s que Jupiter est *en opposition*.

upiter est en quadrature lorsque sa distance angu-
au Soleil a pour valeur 90° et 270°. A cette époque,
sse au méridien à 6 heures du matin et à 6 heures
oir. Cette régularité dans le mouvement apparent de
ter cesse d'exister quand on compare l'astre aux
es fixes.

u moment où l'on voit la planète le matin à l'horizon,
de temps avant le lever du Soleil, son mouvement,
orté aux étoiles, paraît direct, ou dirigé de l'occi-
à l'orient, et sa valeur est à son maximum. La
sse du mouvement journalier va en diminuant jusqu'à
oque où l'astre est éloigné du Soleil d'environ 115°.
jour et les jours suivants, la planète semble station-
e, en sorte que, si ce n'était son éclat, on pourrait
onfondre avec une étoile proprement dite. Jupiter
d ensuite sa course apparente à travers les constel-
ns de l'orient à l'occident. Ce mouvement rétrograde
int son maximum de vitesse le jour de l'opposition.
ralentit plus tard pour offrir un second moment de
s ou une seconde station, lorsque sa distance angu-
au Soleil est devenue, de nouveau, d'environ 115°.
près un certain nombre de jours d'immobilité, la pla-
se remet en marche, d'abord lentement, puis avec
de rapidité, mais toujours de l'occident à l'orient,

jusqu'à la conjonction. L'arc de la rétrogradation est d'environ 10°. Le temps que Jupiter emploie à parcourir cet arc s'élève à 121 jours. Mais ces deux nombres varient sensiblement suivant la position de la planète dans son orbite.

Le mouvement de Jupiter ne s'effectue pas dans le plan de l'écliptique; cet astre en est quelquefois éloigné de 1° 19′.

Le temps que Jupiter emploie à revenir aux mêmes étoiles, ou la durée de la révolution sidérale, est de 4,332 jours et 58 centièmes de jour, ou 11 ans 10 mois 17j.6.

Le temps de la révolution synodique, ou de son retour à la même position relativement au Soleil, est de 399 jours ou 1 an 34 jours; 278 jours sont employés au mouvement direct et 121 au mouvement rétrograde.

L'inclinaison de l'orbite de Jupiter sur le plan de l'écliptique est de 1° 18′ 52″. L'inclinaison de cette orbite sur l'équateur terrestre est de 23° 18′ 28″.

La distance moyenne de la planète au Soleil est de 5.203, la distance moyenne du Soleil à la Terre étant 1. La distance du périhélie est de 4.953, et celle de l'aphélie, de 5.153.

L'excentricité est égale à 0.048. La longitude du périhélie est de 11° 7′ 38″; celle du nœud ascendant, de 98° 25′ 45″; la longitude moyenne de l'époque (1er janvier 1800) est de 81° 54′ 49″.

Ces éléments de l'orbite de Jupiter sont empruntés aux tables de M. Bouvard.

Les quantités de chaleur et de lumière envoyées par

le Soleil à la Terre étant 1, les quantités envoyées à la surface de Jupiter sont 0.037.

Jupiter n'a pas de phases sensibles même en quadratures; on verra dans le chapitre VIII (p. 347) des observations d'un autre genre nous démontrer que la planète n'est pas lumineuse par elle-même et qu'elle emprunte au Soleil l'éclat dont elle brille.

Jupiter est si brillant que divers observateurs ont cru remarquer par un ciel très-pur et dans le moment du plus grand éclat de la planète, que sa lumière projetait une ombre sensible derrière un corps opaque.

## CHAPITRE 11

### GRANDEUR DE JUPITER

Le diamètre angulaire de Jupiter est très-sensible et variable; ses plus grandes valeurs ont lieu les jours de l'opposition; ses valeurs minima s'observent les jours de la conjonction. Ces variations dans la grandeur apparente de son disque démontrent que la planète n'est pas toujours également éloignée de la Terre. A la distance moyenne de Jupiter à la Terre, son plus grand diamètre (on verra dans le chapitre IV la cause de cette restriction) s'élève à 38″.4; cette valeur oscille entre les limites 30″ et 46″; il suit de là que le diamètre réel de Jupiter est représenté par 11.2, celui de la Terre étant pris pour unité.

Le volume de Jupiter supposé sphérique serait donc 1,414 fois plus considérable que celui de la Terre.

La figure 329 donne les rapports des grandeurs apparentes du disque de Jupiter à la plus grande distance à la Terre en A, à la plus petite distance en C et à la distance moyenne en B; cette figure est réduite à la même

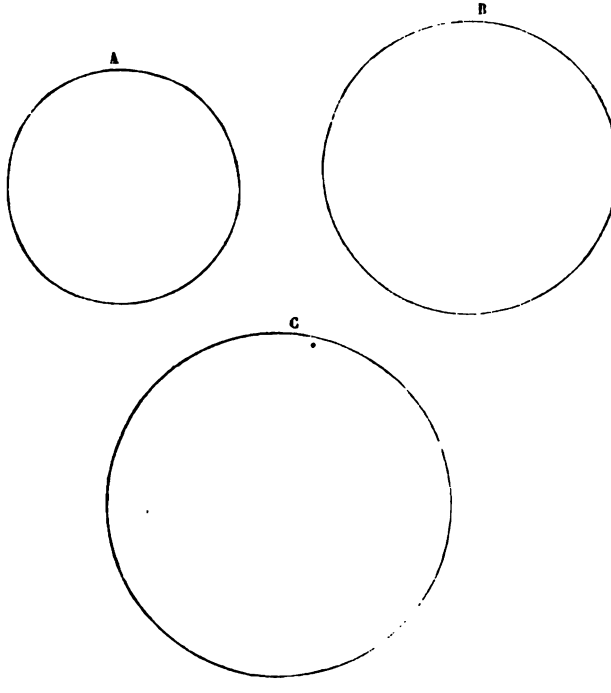



Fig. 329. — Grandeurs apparentes du disque de Jupiter aux distances extrêmes et à la distance moyenne à la Terre.

échelle (1 millimètre pour 1 seconde) que les figures qui représentent déjà, dans cet ouvrage, les grandeurs apparentes des disques de Mercure, de Vénus et de Mars.

Le plus grand diamètre de Jupiter est de 35,792 lieues de 4,000 mètres chacune.

## CHAPITRE III

### TACHES DE JUPITER — SON MOUVEMENT DE ROTATION

)es taches accidentelles observées sur la surface visible
)rillante de la planète prouvent que cette surface
ne sur elle-même de l'occident à l'orient, dans un
ps beaucoup moindre que celui de la durée de la
)lution des planètes inférieures, Mercure et Vénus, et
ne que celui de la durée de la révolution de Mars.
.e temps de la rotation de la surface visible de Jupiter
en moyenne de $9^h\ 55^m$.
'outes les taches ne conduisent pas au même résultat
)érique, ce qui entraîne la conséquence qu'elles ont
certaine mobilité ou qu'elles naissent au milieu d'une
osphère dont la planète est entourée.
'axe de rotation de Jupiter est à peu près perpendi-
ire au plan de l'orbite que cette planète décrit autour
Soleil : l'inclinaison est en effet de 86° 54′; l'angle
cet axe de rotation fait avec le plan de l'écliptique
de 88° 13′.
'est en 1665 que Cassini découvrit en Italie la rota-
de Jupiter. Il se servit pour cela d'une tache qui
blait adhérente à la bande méridionale dont le centre
éloigné de celui de la planète de 1/3 du rayon;
aleur qu'il obtint est $9^h\ 56^m$. Plus tard, en 1672,
observations analogues faites sur une tache que ce
)d astronome crut identique avec celle qu'il avait
rvée en Italie, lui donnèrent $9^h\ 55^m\ 51^s$. En repre-

nant cette intéressante recherche en 1677, il arriva à une rotation de $9^h\ 55^m\ 50^s$. Mais un si bel accord s'évanouit en 1690. Ayant alors observé une tache qui paraissait adhérente à la bande méridionale fort voisine du centre, il trouva pour valeur de la rotation $9^h\ 51^m$. Ce résultat si différent des premiers fut confirmé en 1691 par l'observation de deux taches brillantes placées sur la bande obscure la plus voisine du centre vers le nord, et aussi par une tache obscure placée entre les deux bandes centrales. En 1692, des taches donnèrent même pour la durée de la révolution $9^h\ 50^m$.

Les différences considérables de ces divers résultats ont conduit à supposer que les taches sont des nuages nageant dans une atmosphère très-agitée. Les taches, ainsi que cela se déduit des résultats précédents, ont un mouvement d'autant plus rapide qu'elles occupent une position plus voisine du centre de la planète. Ainsi, dit Fontenelle, on pourrait comparer les mouvements de ces taches à celui des courants qui règnent près de l'équateur terrestre. Mais l'assimilation me paraît porter à faux : les alizés soufflant de l'orient à l'occident, entraînent dans la même direction les nuages situés dans cette portion de l'atmosphère. Ces nuages correspondent donc, par leur déplacement en vingt-quatre heures, à des parties de plus en plus occidentales de la croûte solide de notre globe ; par conséquent, un observateur qui, situé dans la Lune ou dans le Soleil, déterminerait la durée de la rotation de la Terre par l'observation d'un de ces nuages, devrait trouver un nombre plus grand que celui que lui fournirait l'observation d'un point de

croûte solide; c'est l'inverse qu'on a remarqué dans piter.

Herschel a publié en 1781 un Mémoire dans lequel il porte des déterminations de la durée de la rotation Jupiter qu'il a obtenues en 1778 à l'aide d'une seule même tache noire; elles varient depuis $9^h$ $55^m$ $40^s$ qu'à $9^h$ $54^m$ $53^s$. En 1779 une tache claire, également natoriale, donna pour le temps de la rotation tantôt $51^m$ $45^s$ et tantôt $9^h$ $50^m$ $48^s$.

Herschel explique les grandes différences de toutes les ervations par les mouvements propres des taches; il it, comme Fontenelle, à l'existence dans les régions inoxiales de la planète, de vents analogues à nos és, mais sous la réserve que nous venons de faire t à l'heure quant à leur direction. Nous dirons que, ir concilier les divers résultats d'Herschel avec la ermination $9^h$ $56^m$ donnée généralement par Cassini ir des taches extra-équatoriales, il faut supposer que tains nuages observés par l'astronome de Slough ient en 10 heures un mouvement propre de près de egrés de l'équateur de Jupiter, c'est-à-dire une vitesse 96 lieues à l'heure.

Les observations les plus récentes qu'on ait faites sur otation de Jupiter sont celles de MM. Mædler et Beer: s embrassent l'intervalle compris entre le mois de cembre 1834 et le mois d'avril 1835. Par des taches iées à 5 degrés de latitude nord, ils ont obtenu $9^h$ $55^m$ . Sur quoi il faut remarquer que ce résultat est la yenne et que les durées obtenues par l'observation deux taches simultanées ne sont pas égales. Des

observations faites à peu près à la même époque donnèrent à M. Airy 9h 55m 21s en temps moyen.

Voici au surplus un tableau formé d'après les résultats obtenus par différents astronomes, observant des taches diversement situées.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cassini..... | 9h | 56m | | en 1665 |
| *Id.* ..... | 9 | 50 | | en 1692 |
| Maraldi..... | 9 | 56 | | en 1713 |
| Jacques de Sylvabelle... | 9 | 56 | | en 1773 |
| Herschel..... | 9 | 55 | 40s | en 1778 |
| *Id.* ..... | 9 | 50 | 48 | en 1779 |
| Schrœter..... | 9 | 56 | 56 | en 1785 |
| *Id.* ..... | 9 | 55 | 18 | en 1786 |
| Airy..... | 9 | 55 | 24 | en 1834 et 1835 |
| Beer et Mædler..... | 9 | 55 | 26 | de 1834 à 1835 |

## CHAPITRE IV

### FORME DE JUPITER

Le diamètre de Jupiter mesuré dans le sens de l'axe de rotation est plus petit que le diamètre équatorial, ou perpendiculaire au premier, dans le rapport de 17 à 18.

En 1647, Hévélius disait dans sa *Sélénographie* que Jupiter lui paraissait *assez rond*.

J.-D. Cassini remarqua en Italie vers l'année 1665 que le disque de cette planète n'était pas circulaire, que l'axe de l'équateur surpassait la ligne des pôles. Picard et Flamsteed, auxquels l'observation fut communiquée, en reconnurent l'exactitude. Mais ni l'un ni l'autre de ces deux astronomes ne chercha ou ne parvint à déterminer la valeur de l'aplatissement. A la fin de l'année

1690, le même J.-D. Cassini n'apercevait aucun aplatissement dans le disque de Jupiter. Remarquons qu'il donna toute son attention à l'observation de ce changement de forme et qu'il consacra à cet objet un chapitre à part dans un Mémoire publié en 1691.

En 1691, Cassini donna pour la valeur de l'aplatissement 1/15e.

En 1719, Pound, à l'aide d'une lunette d'Huygens de 42 mètres, ayant mesuré l'aplatissement en question à la demande de Newton, trouva en moyenne 1/13e.

Derham nous dit dans sa *Théologie astronomique* que les astronomes ses contemporains portaient à 1/40e la différence des deux diamètres de Jupiter. Il ne pensait pas qu'une si petite différence pût être déterminée par l'observation. Au surplus il doutait, quant à lui, de l'existence d'un aplatissement.

Rochon obtint en 1777, par les observations d'une seule soirée, un aplatissement égal à 1/16e.

Short, avec un héliomètre achromatique, crut, au rapport de Lalande, pouvoir fixer cet aplatissement à 1/14e.

Schrœter, vers 1785, a trouvé 1/12e.

J'ai obtenu 1/17e à l'aide d'observations nombreuses faites à l'Observatoire de Paris depuis le mois d'avril 1812 jusqu'en juin 1814.

Suivant M. Struve cet aplatissement serait 1/14e ou, plus exactement, 1/13.7.

Beer et Mædler en 1839 ont trouvé 1/20e.

Il est remarquable que les astronomes en si grand nombre qui ont déterminé la valeur de l'aplatissement de

Jupiter, ne se soient pas enquis de rechercher si cette planète est elliptique, si, en un mot, un diamètre passant par le centre et incliné de 45 degrés au diamètre de l'équateur, avait une valeur intermédiaire entre ce dernier diamètre et celui des pôles. Quant à moi, je n'ai pas négligé cette question. Des mesures nombreuses faites à 45 degrés du pôle ou de l'équateur en 1813, ne m'ont donné aucun motif de supposer que le disque de Jupiter diffère d'une ellipse d'une quantité appréciable.

Schrœter rapporte que lui et ses collaborateurs, armés d'instruments différents, virent, un certain jour, vers la fin du dernier siècle, un aplatissement local au pôle austral de Jupiter. Ils ajoutent qu'ayant calculé, d'après la durée de la rotation, le temps où le phénomène devait se reproduire, ils ne parvinrent pas à l'apercevoir de nouveau. Ce fait accidentel semble donc devoir être rangé dans la catégorie des illusions d'optique dont les observateurs les plus habiles ne parviennent pas toujours à se garantir.

## CHAPITRE V

### BANDES DE JUPITER — SON ATMOSPHÈRE

Outre les taches qui ont servi à déterminer la durée de la rotation de Jupiter, on remarque sur son disque des bandes obscures qui font le tour entier de la planète; ces bandes sont parallèles entre elles et au plan de l'écliptique, ou, si l'on veut, perpendiculaires à son axe de rotation.

On peut voir facilement les bandes de Jupiter, même

des instruments d'un pouvoir amplificatif très-
é; aussi n'est-on pas médiocrement surpris en
rquant qu'il n'en est fait aucune mention dans les
es de Galilée. Les bandes n'auraient-elles pas existé
mps de cet immortel observateur?

ccioli rapporte que les premières observations des
es de Jupiter ont été faites à Rome, par le père
hi, le 17 mai 1630. Il cite aussi les pères Zuppi et
li, jésuites, et Fontana comme ayant aperçu les
es bandes en 1633.

ygens rapporte dans son *Systema saturnium*, publié
59, qu'il a vu quelquefois les bandes de Jupiter
lumineuses que le reste du disque; maintenant elles
notablement plus obscures, mais est-ce une raison
nier l'observation de l'astronome hollandais? Les
es disparaissent quelquefois, comme nous le verrons
à l'heure; ne serait-il pas possible qu'au moment
ur reproduction, la matière qui en occupait la place
ans un état particulier qui la rendît plus propre à
hir la lumière solaire que toutes les autres parties
isque?

s générations nouvelles qui semblent avoir eu lieu
le ciel, et dont nous parlerons bientôt, celles en
culier qu'on a aperçues en 1850, à l'intérieur de
eau de Saturne, doivent nous rendre très-circon-
s lorsqu'il s'agit de se prononcer sur la réalité d'an-
es observations émanant de sources dignes de foi.

an-Dominique Cassini dit, dans un Mémoire publié
is, en 1691, que les deux bandes obscures et cen-
de Jupiter avaient été aperçues déjà en 1630. Ces

deux bandes sont remarquables par leur permanence sinon absolue, du moins relative. Cassini affirmait, en 1691, qu'il les voyait depuis quarante ans. J'ai dit permanence relative, car il paraîtrait que ces deux bandes centrales s'effacent quelquefois. Hévélius rapportait, en effet, dans sa *Sélénographie*, qu'en 1647 il ne voyait pas de bandes sur Jupiter, quoiqu'il y aperçût des nuages. William Herschel affirme aussi dans un Mémoire publié en 1793, qu'il vit une fois la planète sans aucune trace de bandes. En 1834 et 1835, la bande boréale n'existait pas; elle s'était effacée sur tout le pourtour de la planète. En décembre 1835, Mædler vit la bande australe se diviser longitudinalement en deux.

Le 16 décembre 1690, Cassini apercevait, outre les deux bandes permanentes, deux bandes méridionales et deux autres septentrionales qui ne faisaient pas le tour entier de la planète, en sorte que Jupiter était sillonné par six bandes exactement parallèles entre elles.

Quelle qu'en puisse être la cause, il existe dans Jupiter sous toutes les latitudes des matières obscures ayant une tendance à se ranger en bandes parallèles aux bandes équatoriales.

Ces bandes accidentelles ne font pas ordinairement le tour entier de la planète; elles sont interrompues de manière que le retour de leurs extrémités à une position déterminée sur le disque apparent peut aussi servir à fixer la durée de la rotation. Ces fractions de bandes n'ont qu'une courte durée, elles naissent et disparaissent dans un petit nombre de jours, et même parfois dans un petit nombre d'heures.

ous venons de dire que les diverses bandes sont tement parallèles entre elles ; des observations faites rlin, en 1834 et 1835, par Mædler et Beer, astro- es que nous avons si souvent cités, conduiraient à la équence que quelquefois elles présentent une légère naison à l'équateur de la planète ; ils disent avoir vé que la ligne médiane de la bande centrale boréale ait avec l'équateur un angle de 49′.

es opinions ont très-peu varié quant à la cause des des ; Huygens, dans son *Systema saturnium*, les buait à des nuages parallèles à l'équateur de Jupi- On a vu que Huygens trouva de son temps ces des plus lumineuses que le reste du disque.

assini, ayant égard à la permanence de la bande idionale qui, suivant lui, n'était pas conciliable un phénomène atmosphérique, crut d'abord que bande obscure provenait d'une moins forte réflexion lumière sur la matière spéciale qui lui correspon- , par exemple à la présence d'un large sillon équa- l liquide compris au nord et au midi entre deux ons solides et susceptibles de réfléchir beaucoup plus umière. Seulement, si des traînées d'un liquide ana- e à l'eau sont la cause des bandes, il faut supposer, Cassini, que le globe de Jupiter est couvert de vallées llèles à son équateur, semblables aux cannelures e boule grossièrement façonnée au tour.

oici maintenant à peu près en quels termes Herschel nulait son opinion sur la cause de ces mêmes bandes Jupiter, dans un Mémoire sur Vénus, publié en 3 : « Je suppose que les bandes brillantes de Jupiter

comprises entre les bandes obscures sont les zones où l'atmosphère de cette planète est le plus remplie de nuages. Les bandes obscures correspondent aux régions dans lesquelles l'atmosphère, complétement sereine, permet aux rayons solaires d'arriver jusqu'aux portions solides de la planète, où, suivant moi, la réflexion est moins forte que sur les nuages. »

Qu'on lise un Mémoire d'Herschel de 1781, et l'on trouvera que ce grand astronome, adoptant une opinion de Cassini, ou plutôt de Fontenelle, croyait à l'existence, dans les régions équatoriales de Jupiter, de vents analogues à nos alizés. Le principal effet de ces vents réguliers serait, suivant lui, de réunir les vapeurs de l'atmosphère équatoriale en bandes parallèles.

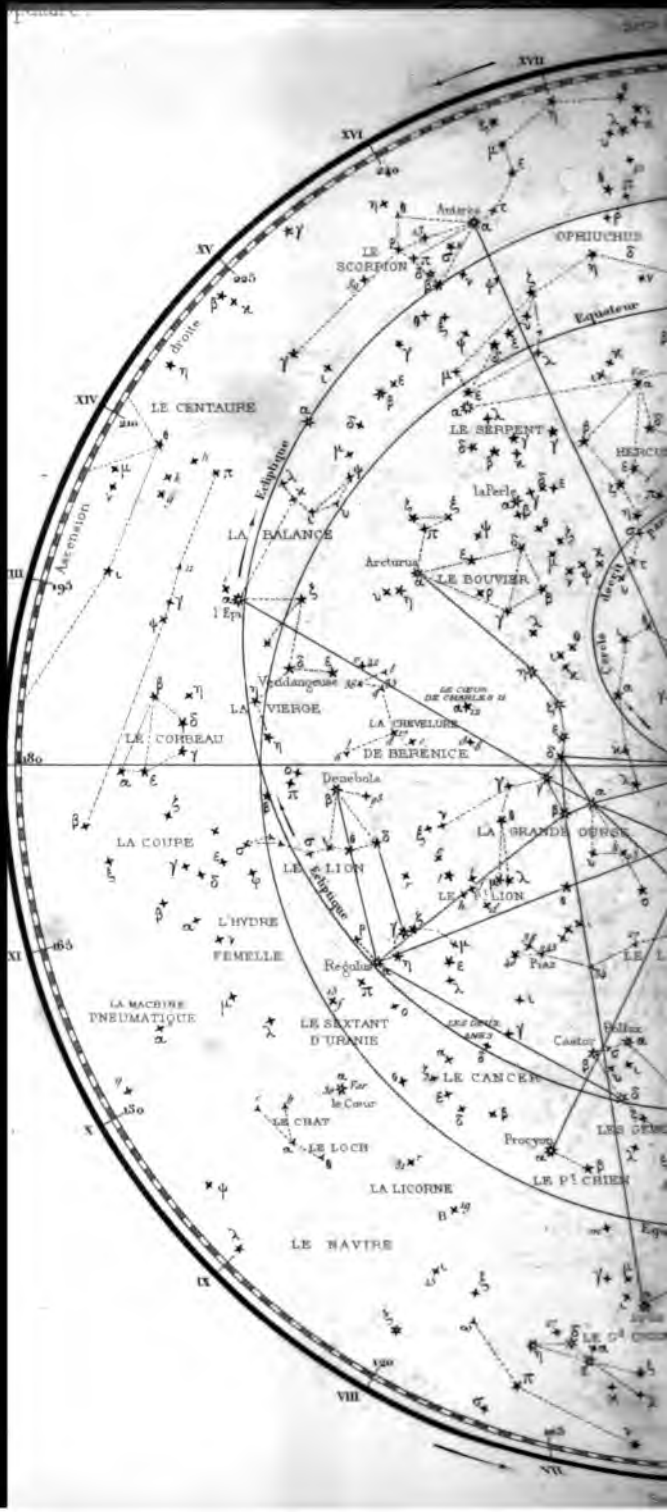
Pour que ces assimilations des phénomènes de Jupiter à ceux qu'on observe dans nos régions équinoxiales sortissent du domaine des simples conjectures, il faudrait avoir des appréciations exactes des intensités des bandes comparées à celles des autres parties du disque; il faudrait aussi examiner par des mesures précises et non à l'aide de simples aperçus, ce qu'il y a de vrai dans cette assertion de Huygens que la distance des bandes n'est pas toujours la même, et dans cette assertion presque identique que j'extrais des *Outlines of Astronomy* de sir John Herschel : « Les bandes changent de couleur et de situation. »

Voici comment j'imagine qu'on pourrait résoudre la première de ces deux questions :

Supposons que la lumière de Jupiter soit polarisée, et, pour fixer les idées, j'admettrai que ce soit dans un

plan vertical. Admettons subsidiairement que la section principale du prisme de la lunette de Rochon avec laquelle on veut étudier la planète, soit aussi verticale; dans cette position on ne verra qu'une image de Jupiter; la seconde, celle qu'on appelle l'image extraordinaire, prendra naissance dès le moment que la section principale du prisme cessera d'être verticale. L'intensité de cette seconde image, formée toujours avec de la lumière empruntée à la première, ira en augmentant régulièrement par des degrés connus à mesure que le prisme s'éloignera de la position primitive. Ainsi, au point de départ, l'image ordinaire étant, pour fixer les idées, représentée par 20, l'image extraordinaire est nulle ou zéro. Ensuite l'image ordinaire devient 19 et l'image extraordinaire 1; à ces nombres succèdent, pour les deux images, les intensités respectives 18 et 2, 17 et 3, 16 et 4, et ainsi de suite. Supposons que l'image extraordinaire de la bande brillante se soit trouvée égale à l'image ordinaire de la bande obscure, lorsque la lumière s'est tellement répartie entre les deux images, qu'il reste 16 dans l'une et 4 dans l'autre. Les intensités primitives des lumières comparées seront entre elles dans le rapport de 16/20 à 4/20, ou, en nombres entiers, dans celui de 16 à 4.

Considérons maintenant une des bandes obscures permanentes entre lesquelles règne la bande brillante équatoriale; il sera facile de déterminer à quel moment l'image extraordinaire de cette bande centrale a précisément la même intensité que l'image ordinaire restante de la bande obscure, et dès lors, de calculer l'intensité



XVII
XVI
XV
XIV
XIII
XI
X
IX
VIII
VII
Antares
LE SCORPION
OPHIUCHUS
Equateur
droite
LE CENTAURE
LE SERPENT
Ascension
Ecliptique
LA BALANCE
la Perle
Arcturus
LE BOUVIER
l'Epi
Veddangeuse
LA VIERGE
LE CORBEAU
LA CHEVELURE DE BERENICE
Denebola
LA COUPE
LE LION
LA GRANDE OURSE
L'HYDRE FEMELLE
Regulus
Piaz
LA MACHINE PNEUMATIQUE
LE SEXTANT D'URANIE
Castor
Pollux
LE CANCER
le Cœur
LE CHAT
LE LOCH
Procyon
LA LICORNE
LE NAVIRE

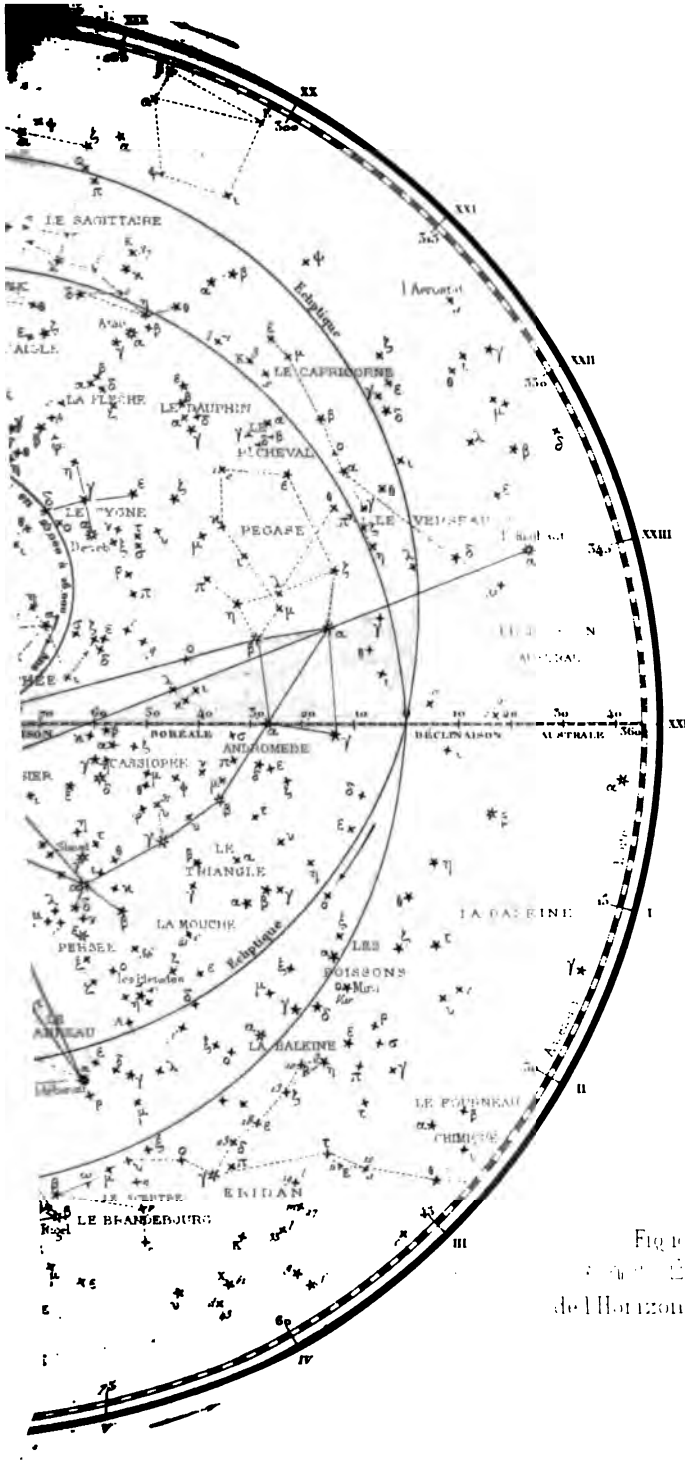



Fig. 100
[illegible]
de l'Horizon de Paris

comparative de la bande brillante avec la bande obscure dans l'état ordinaire de la planète.

Si l'on trouvait malaisé de comparer des bandes situées sur deux images différentes, à raison de tout ce qui les entoure, on pourrait renfermer la bande obscure de l'image ordinaire entre deux fils ou plutôt entre deux plaques opaques fixes d'un micromètre commun et renfermer aussi l'image extraordinaire de la bande lumineuse entre les deux plaques mobiles du même micromètre; alors on n'aurait en vue que les objets à comparer et l'observation de leur égalité se ferait sans difficulté. Je n'ai pas fait cette observation à l'époque où je m'occupais des mesures de Jupiter, parce que je ne savais pas alors avec certitude dans quelle proportion se partageait la lumière polarisée entre les images ordinaire et extraordinaire d'un prisme doublement réfringent.

Quant à la seconde question indiquée plus haut, je vais tirer de mes registres un certain nombre d'observations qui pourront servir à la résoudre.

Mes premières observations destinées à déterminer la position des bandes obscures, relativement au bord du disque, remontent à 1810.

Le 29 octobre de cette année, je trouvai que le bord le plus méridional de la bande obscure méridionale réelle était éloigné du bord sud réel de la planète, en fonction du diamètre de Jupiter,

| | |
|---|---|
| de..... | 0.282 |
| Le 7 novembre j'ai trouvé pour cette même distance une valeur de..... | 0.272 |
| Le 13 novembre..... | 0.266 |
| 18 décembre..... | 0.313 |

| | |
|---|---|
| Le 21 décembre | 0.304 |
| 1er février 1811 | 0.303 |
| 28 septembre | 0.285 |
| 5 mai 1812 | 0.311 |
| 17 mai | 0.268 |
| 5 mai 1813 | 0.321 |
| 13 mai | 0.328 |
| 31 mai | 0.313 |
| 3 juin | 0.311 |
| 7 juin | 0.295 |
| 10 mai 1814 | 0.312 |
| 12 mai | 0.332 |
| 18 mai | 0.326 |
| 20 mai | 0.312 |
| 9 juin | 0.338 |
| 13 juin | 0.320 |
| 14 juin | 0.338 |
| 22 mars 1835 | 0.293 |
| 23 mars | 0.315 |
| 25 mars | 0.296 |
| 29 mars | 0.295 |
| 5 février 1837 | 0.361 |
| Distance moyenne du bord méridional de la bande méridionale au bord sud de Jupiter. | 0.308 |

Le 7 novembre 1810 j'ai trouvé que le bord le plus septentrional de la bande méridionale réelle était éloigné du bord nord de Jupiter en fonction du diamètre de la planète,

| | |
|---|---|
| de | 0.549 |
| Le 21 décembre 1810 | 0.533 |
| 14 juin 1814 | 0.422 |
| 22 mars 1835 | 0.568 |
| 23 mars | 0.568 |
| 25 mars | 0.553 |
| 29 mars | 0.572 |
| 5 février 1837 | 0.525 |
| Distance moyenne du bord septentrional de la bande méridionale au bord nord de Jupiter | 0.536 |

| | |
|---|---|
| Distance moyenne du bord méridional de la bande méridionale au bord sud de la planète..... | 0.308 |
| Somme des distances des bords de la bande aux bords de la planète..... | 0.844 |
| Largeur de la bande méridionale..... | 0.156 |

Le 29 octobre 1810 je trouvai que le bord réel le plus méridional de la bande septentrionale réelle était éloigné du bord méridional de Jupiter en fonction du diamètre de la planète.

| | |
|---|---|
| de..... | 0.471 |
| Le 7 novembre 1810..... | 0.483 |
| 21 décembre..... | 0.478 |
| 14 septembre 1842..... | 0.553 |
| 15 septembre..... | 0.590 |
| 16 septembre..... | 0.581 |
| Distance moyenne du bord méridional de la bande septentrionale au bord sud de Jupiter..... | 0.526 |

Le 7 novembre 1810 je trouvai que le bord le plus septentrional réel de la bande septentrionale réelle était éloigné du bord boréal réel de Jupiter en fonction du diamètre de la planète,

| | |
|---|---|
| de..... | 0.356 |
| Le 18 décembre 1810..... | 0.392 |
| 21 décembre..... | 0.391 |
| 1er février 1811..... | 0.360 |
| 13 juin 1814..... | 0.363 |
| 14 septembre 1842..... | 0.312 |
| 15 septembre..... | 0.312 |
| 16 septembre..... | 0.333 |
| Distance moyenne du bord septentrional de la bande septentrionale au bord nord de Jupiter..... | 0.353 |

| | |
|---|---|
| Distance moyenne du bord méridional de la bande septentrionale au bord sud de Jupiter | 0.526 |
| Somme des distances des bords de la bande aux bords de Jupiter | 0.879 |
| Largeur de la bande septentrionale | 0.11 |

La figure 330 représente les deux bandes de Jupi d'après les mesures que je viens de rapporter.

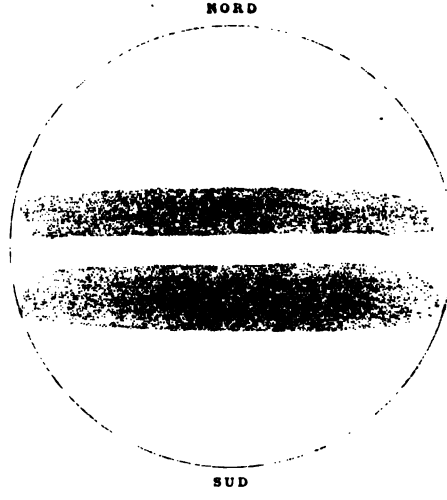



Fig. 330. — Bandes obscures principales de Jupiter, d'après les mesures de M. Arago.

On a remarqué que les bandes de Jupiter ne paraiss pas se prolonger jusqu'aux bords du disque; voyons nous ne pourrions pas concilier ce fait curieux avec l'e plication que nous avons rapportée ci-dessus des banc obscures et brillantes. Le fait deviendrait alors u preuve évidente de la vérité de l'explication.

Ces bandes lumineuses, avons nous dit, sont produit

par la réflexion de la lumière solaire sur des zones nuageuses; les autres, les bandes sombres, sont le résultat de la réflexion plus faible de la même lumière sur la partie solide du globe. Il est évident que si l'on parvenait à diminuer artificiellement la première réflexion ou à augmenter la seconde de manière qu'elles fussent égales, les bandes disparaîtraient, puisqu'elles ne sont visibles que par l'effet de la différence d'éclat de leur lumière. Or, la diminution et l'augmentation de la réflexion des parties des bandes qui se correspondent près des bords de la planète a lieu naturellement; en effet, un nuage doit paraître d'autant moins lumineux que le Soleil l'éclaire plus obliquement; d'autre part, la portion d'atmosphère diaphane qui correspond à la bande obscure doit renvoyer à l'œil d'autant plus de lumière qu'elle a plus de profondeur.

Tout ce qu'on peut conclure de cette circonstance singulière que la bande centrale lumineuse de Jupiter et que les bandes obscures qui la bornent au nord et au midi ne se prolongent pas jusqu'aux bords de la planète, c'est que la diminution d'éclat provenant de l'inclinaison sous laquelle les nuages formant la bande centrale se présentent à nous, et l'augmentation d'intensité provenant d'une plus grande étendue d'atmosphère correspondante aux bandes obscures près du bord, se compensent à tel point que les bandes obscures et la bande centrale sont, près du bord, de la même intensité.

## CHAPITRE VI

### INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE DE JUPITER

ous avons vu (ch. I, p. 326) que, eu égard à sa dis-
moyenne au Soleil comparée à la distance de la
à l'astre radieux, l'intensité de la lumière et de la
ur à la surface de Jupiter doit être représentée par
7, cette intensité étant 1 à la surface de notre globe.
ns une lettre au grand-duc de Toscane en réponse
brochure du seigneur Liceti sur la lumière cendrée,
ée dit que Jupiter projette derrière les corps opaques
ombres à peine moins intenses que celles qui sont
à la lumière de Vénus. Cette remarque intéressante
une grande partie de sa valeur parce qu'elle n'est
ccompagnée de détails sur les circonstances où elle
faite.

piter donne des ombres, mais est-ce dans une
bre obscure? cela n'aurait rien que de très-naturel.
e sur un mur étendu, recevant seulement la lumière
moitié du ciel visible? Est-ce sur un écran hori-
l éclairé simultanément par l'ensemble de tous les
s visibles dans une moitié du firmament? Toutes
uestions diverses devraient être résolues pour que
t pût conduire à des conséquences précises et utiles.
ns comment dans cette vue les expériences devraient
dirigées :

écran de papier placé horizontalement est éclairé
a lumière provenant de tous les astres visibles; au

nombre de ces astres se trouve Jupiter. On établit ensuite une tige verticale opaque et déliée en face de la planète. A partir de ce moment, une partie de l'écran, celle qui correspond à l'ombre géométrique de la tige opaque, ne reçoit pas la lumière de Jupiter; tout le reste est dans le même état qu'auparavant : on ne verra donc la portion de l'écran correspondante à l'ombre géométrique du corps interposé que dans le cas où la lumière de la planète sera une partie sensible de la lumière versée par tous les autres astres éclairants.

On admet généralement qu'une lumière ne produit un effet sensible en s'ajoutant à une autre lumière que lorsqu'elle est au moins la cinquante-cinquième partie de celle-ci. Dans cette supposition, l'ombre géométrique serait sensiblement inférieure en éclat au reste de l'écran, alors seulement que la lumière de Jupiter, qui tombe de part et d'autre de cette ombre, aurait une intensité au moins égale à la cinquante-cinquième partie de la lumière envoyée sur le papier par l'ensemble de l'hémisphère céleste.

Si, à l'aide d'un plan de verre interposé, on affaiblit la lumière provenant de Jupiter et celle-là seulement, on pourra déterminer expérimentalement le moment où cette lumière réduite sera égale à la cinquante-cinquième partie de celle provenant de tous les astres alors visibles.

Je n'ai pas besoin d'indiquer ici toutes les conséquences qu'on pourrait déduire de pareilles expériences conduites avec soin et faites dans des circonstances variées; par exemple, lorsque le ciel renferme de brillantes comètes, lorsque la lumière zodiacale est visible, etc., etc.

## CHAPITRE VII

### COMPARAISON DES INTENSITÉS DES RÉGIONS POLAIRES ET DES RÉGIONS ÉQUATORIALES DE JUPITER

En faisant empiéter les deux disques de Jupiter obtenus par une lunette armé d'un prisme biréfringent, près des pôles de rotation de la planète, d'une quantité égale aux 36 centièmes du rayon, j'ai trouvé que le segment résultant était plus faible ou au plus de la même intensité que l'espace équatorial compris entre les deux bandes noires sur une des deux images.

Il résulte de là que dans un espace assez grand à partir des pôles de la planète, la lumière qu'elle nous réfléchit est au moins deux fois plus faible que celle qui nous vient des régions qui avoisinent l'équateur.

Cette observation est du 13 juin 1814.

Une observation analogue, faite le lendemain, conduisit au même résultat.

## CHAPITRE VIII

### SATELLITES DE JUPITER — LEURS MOUVEMENTS APPARENTS AUTOUR DE CETTE PLANÈTE

Jupiter est accompagné de quatre petites étoiles qu'il transporte toujours avec lui dans les positions diverses que son mouvement propre lui fait prendre dans le firmament. Ces astres, nommés des satellites, circulent autour du centre de la planète, de l'occident à l'orient, et décrivent des orbites presque circulaires de différentes grandeurs.

On appelle premier satellite celui qui s'éloigne le moins le Jupiter, quatrième satellite celui qui s'en éloigne le plus. Les second et troisième satellites sont, dans cet ordre, ceux qui s'écartent de la planète à des distances ntermédiaires entre celles qui correspondent au premier t au quatrième.

Les durées des révolutions de ces satellites étant très-égales, on les voit quelquefois groupés par couples de eux du côté oriental et du côté occidental de la planète; nelquefois trois de ces astres sont rangés à peu près en gne droite d'un côté; le quatrième se trouve seul du té opposé; il arrive enfin quelquefois que les quatre tellites se montrent tous ensemble du côté oriental ou ı côté occidental de la planète et toujours à peu près r une ligne droite.

Lorsque les satellites passent entre Jupiter et le Soleil, projettent leur ombre sur la planète; ce sont là, pour ; habitants de Jupiter, de véritables éclipses de Soleil. Ces ombres, pour un observateur situé sur la Terre, peuvent pas être confondues avec les taches ordi-ires de Jupiter; elles sont rondes, noires, bien ter-nées, et elles semblent se déplacer à peu près avec la me rapidité au centre et vers les bords de la planète. durée de leur apparition sur le disque de Jupiter égale à celle qu'on peut déduire du mouvement du ellite qui les engendre.

Les ombres dont nous parlons maintenant sont parfai-nent noires; Jupiter ne semble émettre aucune lumière ıs les points à l'égard desquels les satellites font l'of-: d'écran. Jupiter n'est donc pas lumineux par lui-

même. Il ne brille que de la lumière du Soleil réfléchie, résultat que l'absence de phases sensibles ne nous avait pas permis de constater par la méthode qui nous avait si bien réussi, lorsque nous étudiions la constitution physique de Mercure, de Vénus et de Mars.

Vers les époques où l'on aperçoit les ombres se mouvoir suivant des cordes du disque de Jupiter, les satellites se projettent eux-mêmes sur la planète; ils suivent ces ombres avant l'opposition de la planète, ils les précèdent après l'opposition.

Dans ces passages les satellites décrivent aussi des cordes du disque; ils paraissent souvent comme des taches brillantes et quelquefois comme des points obscurs moins étendus que les ombres proprement dites. Cette dernière circonstance peut s'expliquer naturellement en supposant qu'il existe alors sur les surfaces des satellites des portions matérielles ou atmosphériques réfléchissant beaucoup moins de lumière que les parties environnantes.

Quand les satellites entièrement lumineux passent sur la planète, on a remarqué que, facilement visibles près du bord du disque, ils disparaissent vers le centre; de là on a conclu que le bord de la planète est moins lumineux que le centre et que Jupiter doit être entouré d'une atmosphère.

Les satellites de Jupiter disparaissent quelquefois à une distance sensible du bord de la planète. Ce fait curieux s'explique très-simplement : Jupiter étant un corps opaque projette derrière lui un cône d'ombre dont l'axe est la droite qui joint son centre à celui du Soleil et dont les arêtes sont les lignes qui rasent à la fois les

bords correspondants des deux astres : aucun rayon solaire ne pénètre dans ce cône. Lorsque les satellites le traversent, ils doivent donc devenir invisibles si, comme Jupiter, ils empruntent leur lumière au Soleil. Ce phénomène est comparable de tous points à celui que notre satellite nous offre dans les éclipses totales de Lune. En effet, avant la disparition complète de cet astre, il s'affaiblit graduellement, ainsi que nous l'avons vu (liv. XXII, chap. III, t. III, p. 546), à mesure qu'il s'enfonce davantage dans l'espace dont l'ombre terrestre est entourée et qu'on appelle la pénombre. Ainsi se comportent les satellites de Jupiter avant leur pénétration dans l'ombre géométrique où ils s'éclipsent, car cette ombre est aussi entourée d'une pénombre.

Si l'immersion du premier satellite s'est effectuée, à une certaine époque, à une distance sensible du bord de la planète, la sortie du cône d'ombre, ou l'émersion, s'opérera dans une portion du cône qui est cachée de la Terre par le corps opaque de Jupiter. On ne pourra donc pas, quant à ce satellite, voir le même jour l'immersion et l'émersion.

Le même raisonnement est applicable à ce qui concerne le second satellite. Quant au troisième et au quatrième, comme ils traversent le cône plus près de son sommet, par conséquent dans des points plus distants du disque opaque de la planète, et comme leurs orbites sont sensiblement inclinées au plan de l'écliptique, on voit quelquefois dans la même soirée les immersions et les émersions qui leur succèdent.

La disparition complète des satellites pendant leur

ur dans le cône d'ombre prouve qu'ils ne reçoivent une lumière de la face de Jupiter non éclairée par le il, et dès lors que cette planète, contre une opinion temps accréditée, n'est pas phosphorescente, ce que s aurions pu conclure de la complète obscurité des ores projetées quelquefois sur le disque visible de iter, mais avec moins de certitude, à cause de la lante lumière dont ces ombres sont entourées.

## CHAPITRE IX

### HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DES SATELLITES

a découverte des satellites de Jupiter fut un des miers fruits de l'application des lunettes à l'étude des es.

e 7 janvier 1610, à Padoue, Galilée aperçut près de lanète, que le nouvel instrument avait dotée d'un ue sensible et bien tranché, trois petites étoiles; deux ent à l'orient, la troisième à l'occident. Le lendemain, s vit toutes les trois à l'occident, le surlendemain on voyait plus que deux et elles étaient situées à l'orient disque de Jupiter. Tout cela ne pouvait pas être liqué par un déplacement admissible de la planète et liquait un mouvement propre de ces petites étoiles. ppé de la singularité de ce résultat, Galilée redoubla tention; le 13, il aperçut quatre étoiles. Bref, il stata qu'il y avait dans le firmament un astre autour uel circulaient des planètes secondaires, comme les ètes anciennement connues circulent autour du

Soleil : c'était le monde de Copernic en miniature ; les idées de ce grand homme semblaient désormais ne pouvoir plus être rejetées. Aussi rapporte-t-on que Kepler en apprenant les observations de l'astronome de Florence, s'écria, en parodiant l'exclamation de l'empereur Julien : *Galilæe, vicisti!*

Galilée voulait qu'on appelât les étoiles nouvellement aperçues *Astres de Médicis*, mais le nom de satellites de Jupiter a prévalu.

Dans une lettre au grand-duc de Toscane écrite en 1612, Galilée donne les résultats suivants pour les durées des révolutions des satellites de Jupiter :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Premier satellite... | 1j | 18h | |
| Deuxième..... .. | 3 | 13 | 1/3 environ. |
| Troisième..... | 7 | 4 | à peu près. |
| Quatrième..... | 16 | 18 | à peu près. |

On a prétendu que la découverte des satellites de Jupiter fut accueillie dans le monde avec une satisfaction universelle. Des documents, empruntés aux sources les moins contestables, prouvent qu'il n'en fut pas ainsi. Une Académie tout entière, celle de Cortone, prétendit que les satellites étaient le résultat d'une illusion d'optique produite par la lunette. Dans les dialogues contenus dans l'ouvrage de Sizio, lorsqu'un des interlocuteurs demande pourquoi on voit quatre satellites autour de Jupiter seulement, on lui répond : parce que la lunette est propre (*proporzionato*) à produire de telles apparences à la distance de Jupiter et non à d'autres distances. (Venturi, t. Ier, p. 126.) Clavius disait, en octobre 1610, que pour voir les satellites, il fallait d'abord con-

ire une lunette qui les engendrât. Il est vrai que dès
nois de décembre suivant il abandonna cette opinion
urde aussitôt qu'il eut observé lui-même les astres
question (page 142). Galilée rapporte qu'il y avait,
ise, un philosophe nommé Libri, qui ne consentit
ais à mettre l'œil à la lunette pour voir les satellites
Jupiter. « J'espère, ajoute l'illustre philosophe (ledit
ri venait de mourir), que n'ayant jamais voulu voir
satellites sur la terre, il les aura aperçus en allant au
. » (Page 144.)

On eut recours même aux causes finales pour démon-
la non-existence des satellites. Horky demandait à
i serviraient, au point de vue astrologique, les quatre
llites de Jupiter annoncés dans le *Nuntius sidereus*.
derbonius, auteur écossais, contemporain de Galilée,
ondait, avec beaucoup d'esprit et d'à-propos : « Ils
iront à confondre les Horky et tous les astrologues
erstitieux. » (Page 129.)

Enfin, en Allemagne, Simon Marius affirma qu'il avait
l'observation avant Galilée. Consacrons quelques
es à ses prétentions. La publication de Simon Marius
sujet des satellites de Jupiter, son *Mundus jovialis*,
de 1614 ; elle est postérieure de quatre ans à l'appa-
n du *Nuntius sidereus* de Galilée, qui parut à la fin
1610, et dans lequel ce grand homme faisait con-
re le résultat de ses premières investigations sur les
llites de Jupiter. La première observation donnée par
ronome allemand correspond à la seconde de Galilée;
s l'identité ne paraît pas au premier coup d'œil,
ce que Simon Marius date d'après le calendrier non

réformé, ce qui semble présenter en sa faveur une antériorité de dix jours sur les observations de Galilée, qui suivait déjà le calendrier grégorien.

La préface dont est accompagné l'ouvrage de Marius de 1614, en la supposant véridique, prouverait que cet astronome avait déjà reconnu, à la fin de novembre ou au commencement de décembre 1609, que de petites étoiles circulent autour de Jupiter. Mais doit-on ajouter foi à la réclamation tardive de Marius lorsqu'on songe qu'il s'était déjà trouvé quelque peu impliqué dans l'accusation de plagiat que fit Galilée à un seigneur Capra, à l'occasion du compas de proportion, procès que le grand astronome de Florence gagna complétement?

Au surplus, la révélation d'une découverte par une lecture académique ou par l'impression sont les seuls moyens de constater les droits à une invention, et, sous ce rapport, la priorité ne saurait être contestée à Galilée[1].

Nous opposerons aussi cette dernière remarque aux réclamations posthumes qu'on a faites en faveur d'Harriot, savant anglais très-distingué, et qui mourut fort jeune. Ses manuscrits, a dit M. de Zach, renferment la preuve qu'Harriot vit les satellites de Jupiter dès le

1. J'ai été étonné de lire dans l'ouvrage de mon meilleur ami, le *Cosmos* de M. de Humboldt, que, malgré les principes reconnus libéralement par lui-même en tant d'occasions, il attribue la première découverte des satellites de Jupiter à Marius. Le mathématicien de l'électeur de Brandebourg n'a droit à être cité sur cette matière que pour avoir eu l'idée, malheureuse à tant d'égards, de donner à ces satellites les noms d'Io, d'Europe, de Calisto et celui de Ganymède.

anvier 1610, date postérieure à celle des premières rvations de Galilée, et qui le serait bien davantage si eur anglais avait compté d'après le calendrier julien. ne lettre récente du docteur Robertson à sir David vster renferme les renseignements plus précis qu'on re. Les premières observations des satellites faites Harriot sont du 17 octobre 1610. La feuille manus- où se trouvent les configurations pour ce jour-là e cette note de la main d'Harriot : « Ma première rvation des nouvelles planètes. » Sur une autre feuille, it « 1611 : Seconde année de mes observations des ètes de Jupiter. » Des dessins grossiers des configu- ns des satellites sont, au reste, tout ce qu'on trouve ces manuscrits.

. de Zach nous apprend que les satellites de Jupiter ent observés à Aix, en Provence, dans le mois de embre 1610, par Peyresc, Gassendi et Gautier.

près avoir nié l'existence des quatre satellites de iter, il se trouva des astronomes qui accusèrent le nd philosophe de Florence de n'avoir aperçu qu'une ie de la vérité. Scheiner déclara qu'il y avait non quatre, mais cinq satellites. Rheita porta leur nom- à neuf. D'autres en comptèrent jusqu'à douze. Mais st évident aujourd'hui que ces petits astres ajoutés ibéralement aux quatre découverts par Galilée, ne vaient être que de petites étoiles dans le voisinage quelles Jupiter s'était transporté par son mouvement pre, et les observations faites avec les plus puissants scopes n'ont jamais montré la plus petite trace des llites additionnels de Scheiner, Rheita, etc.

Nous terminerons cet aperçu historique par un fait qui démontre combien sont parfois faibles les plus grands hommes. En écrivant de Padoue, le 16 juin 1610, une lettre à Belisario Vinta, secrétaire du grand-duc de Toscane, Galilée se réjouissait d'avoir constaté que Mars et Saturne n'avaient point de satellites. Le motif qu'il en donnait, c'est qu'il pouvait espérer que Dieu lui avait fait la grâce spéciale d'être le seul à qui avait été accordée la faveur de découvrir de nouveaux astres. (Venturi, t. Ier, p. 156.)

## CHAPITRE X

### MASSE DE JUPITER

La masse de Jupiter est de $\frac{1}{1050}$, celle du Soleil étant prise pour unité; elle est 338 fois plus considérable que celle de la Terre.

Ces nombres que nous avons déjà rapportés (liv. XXXIII, chap. VII, p. 34) sont la moyenne des résultats déduits par M. Airy, d'observations faites sur les élongations du quatrième satellite de Jupiter pendant les années 1833, 1834, 1835.

Dans le chapitre où nous avons fait connaître les principes de cette méthode de calcul, nous avons indiqué aussi des moyens d'arriver à une semblable détermination totalement différents du procédé précédent et basés sur la valeur des dérangements que les planètes éprouvent dans leur mouvement circulatoire autour du Soleil par l'effet de l'action de Jupiter. Ici nous nous contenterons

apporter les valeurs obtenues à diverses époques par différentes méthodes.

aplace tira des observations du quatrième satellite s anciennement par Pound, 1/1067. Bouvard déduisit perturbations de Saturne 1/1070. Nicolaï, par les urbations de Junon, trouva 1/1054. Encke, par les urbations de Vesta, obtint 1/1050. Le même astro- e déduisit des observations de la comète à courte ode, 1/1054.

elle est la confiance que les astronomes accordent à s calculs, qu'en voyant les différences, d'ailleurs petites, qui existent entre les résultats déduits des urbations produites par Jupiter dans les mouvements ivers astres, ils supposèrent un moment que l'attrac- newtonienne ne s'exerce pas dans la proportion te des masses, et qu'elle peut varier d'intensité me les attractions magnétiques ou chimiques, suivant ture des matières en présence. Mais ces idées furent ôt abandonnées lorsque Bessel eut publié les lon- rs identiques du pendule, déduites des oscillations orps très-dissemblables, tels que métaux, minéraux oires.

## CHAPITRE XI

### GRANDEUR DES SATELLITES DE JUPITER

es diamètres des satellites sont très-difficiles à me- r à raison de leur petitesse. Voici les résultats qui paru les plus dignes de confiance à des juges très- pétents. Les nombres que nous allons transcrire sont

relatifs à la distance moyenne de Jupiter à la Terre, laquelle distance, comme on sait, est d'environ cinq fois le rayon de l'orbite terrestre :

| | |
|---|---|
| Premier satellite..... | 1".02 |
| Deuxième..... | 0 .91 |
| Troisième..... | 1 .49 |
| Quatrième..... | 1 .27 |

De là il résulte, par un petit calcul qu'il est inutile de détailler ici, et dont le lecteur a déjà vu plusieurs exemples (voir notamment liv. XXI, chap. IX, t. III, p. 402), que le premier satellite, vu de Jupiter, sous-tend en moyenne un angle de 33′, c'est à peu près l'angle sous-tendu par la Lune vue de la Terre. Pour le second satellite et le troisième, cet angle est environ le même pour les deux et se monte à 18′. Quant au quatrième satellite, l'angle sous lequel on le voit de Jupiter est d'à peu près 9′.

En rapportant les rayons des corps des satellites, supposés sphériques, au rayon de la Terre pris pour unité, nous trouvons pour le rayon du premier, 0.32; pour celui du second, 0.27; pour celui du troisième, 0.47; enfin pour celui du quatrième, 0.33. Les diamètres de ces corps, exprimés en lieues de 4,000 mètres, sont, pour le premier, 982 lieues; pour le second, 882; pour le troisième, 1,440; pour le quatrième, 1,232.

Il découle de là que le second satellite a un volume à peu près égal à celui de notre Lune (liv. XXI, chap. IX, t. III, p. 403) et que les autres sont notablement plus grands.

Les masses des quatre satellites de Jupiter sont repré-

sentées par les nombres suivants, la masse de la planète étant prise pour unité :

| | |
|---|---|
| Premier satellite..... | 0.000017 |
| Deuxième..... | 0.000023 |
| Troisième..... | 0.000088 |
| Quatrième..... | 0.000043 |

Le troisième satellite, qui est le plus grand et qui a la plus grande masse, a la même densité que la planète; le deuxième est plus dense.

Les valeurs que nous venons de donner des dimensions réelles des satellites de Jupiter sont déduites des nombreuses observations faites par Struve. Elles diffèrent peu de celles que Schrœter avait calculées d'après le temps qu'employait le diamètre de ces astres à se cacher derrière le corps opaque de la planète, ou, ce qui revenait au même, du temps que ces corps mettaient à pénétrer sur le disque de Jupiter. De pareilles observations sont naturellement très-délicates, et les dimensions qu'elles assignent aux divers satellites peuvent être affectées d'erreurs appréciables. Bailly avait appliqué déjà, en 1771, à la même détermination, le temps que chaque satellite employait à pénétrer dans le cône d'ombre. Cette méthode, contre laquelle on a fait des objections fondées, le conduisit aux résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Premier satellite..... | 1° 0′ 20″ |
| Deuxième..... | 0 26 45 |
| Troisième..... | 0 22 22 |

Un moyen plus exact de résoudre le même problème consiste à mesurer les dimensions des ombres que les

satellites projettent sur la planète lorsqu'ils sont parvenus à leur conjonction inférieure. Avec les instruments dont les astronomes disposent aujourd'hui, ces mesures seraient susceptibles d'une grande précision et mériteraient toute l'attention des observateurs. Il faudrait seulement examiner avec le plus grand soin l'effet que peuvent produire, dans les dimensions des ombres, les atmosphères dont les satellites sont peut-être entourés.

Voici, en attendant, les résultats obtenus par différents astronomes, sur l'ordre des grandeurs des satellites d'après les ombres :

Cassini trouve l'ordre suivant : le troisième satellite, le deuxième, le premier, le quatrième.

Suivant William Herschel, l'ordre des grandeurs est celui-ci : le troisième, de beaucoup le plus grand; le quatrième, le premier, le deuxième.

La durée de l'entrée du second satellite sur le disque de Jupiter donna à Herschel environ 0″.9 pour le diamètre angulaire de ce petit astre. En avril 1780, l'ombre du troisième satellite sur la planète, mesurée au micromètre, lui parut de 1″.6.

Afin d'échapper au reproche d'avoir attaché trop d'importance à la détermination des dimensions réelles des satellites, j'ajouterai quelques mots pour montrer que cette détermination se lie à la solution d'un problème cosmogonique d'un certain intérêt.

La connaissance de la quantité de matière contenue dans chacun des satellites de Jupiter a été obtenue avec une grande précision par l'observation des dérangements que ces satellites produisent réciproquement dans leur

rche. Quant à la densité de cette matière dans cha- des quatre satellites, on pourra la déterminer avec grande exactitude alors seulement que l'on connaîtra dimensions rigoureuses des quatre volumes dans les- ls elle est distribuée.

Chacun devine quelles objections on pourra puiser s ces densités en les supposant douées de certaines eurs, contre la supposition que les satellites, ou du ins que quelques-uns d'entre eux, n'ont pas toujours artenu au système de Jupiter, et qu'ils étaient ori- airement des comètes que cette planète, par sa forte action, a détournées de leurs orbites primitives et cées de circuler autour de son centre.

## CHAPITRE XII

### MOUVEMENTS PROPRES DES SATELLITES DE JUPITER

On a trouvé par une discussion très-minutieuse des ervations des éclipses des satellites de Jupiter, que premier et le second décrivent des courbes à peu près ulaires. On a reconnu par le même moyen que bite du troisième est sensiblement elliptique, mais son excentricité est variable. L'ellipticité de l'orbite quatrième est plus considérable et dès lors très-facile à stater. Les extrémités des grands axes de ces ellipses plus voisines de la planète ne sont pas toujours diri- s vers les mêmes étoiles. Ces extrémités, qu'on nomme *périjones*, paraissent avoir un mouvement direct ou gé de l'occident à l'orient.

Le plan de l'orbe du premier satellite semble coïncider avec celui de Jupiter. Il n'en est pas de même des orbes du second, du troisième et du quatrième satellite : ils font avec le plan de cette orbite des angles appréciables.

Les inclinaisons des plans dans lesquels ces satellites se meuvent rendent compte de phénomènes qui sans cela seraient inexplicables : de la non-disparition, par exemple, du quatrième satellite dans un grand nombre de ses oppositions avec le Soleil.

Ajoutons que les intersections des plans des orbites des satellites avec le plan de l'orbite de Jupiter, ou les lignes qu'on a appelées *lignes des nœuds*, ne sont pas toujours dirigées vers les mêmes étoiles.

Si l'on prend pour unité le rayon de l'équateur de Jupiter, les distances moyennes des satellites au centre de la planète et les durées de leurs révolutions sidérales seront :

| | Distance au centre de Jupiter. | Durées des révolutions sidérales. | |
|---|---|---|---|
| Premier satellite..... | 6.05 | 1j.77 ou | 1j 18h 28m |
| Deuxième..... | 9.62 | 3.55 | 3 13 14 |
| Troisième..... | 15.35 | 7.15 | 7 3 43 |
| Quatrième..... | 26.00 | 16.69 | 16 16 32 |

Il résulte de ces nombres que les habitants de Jupiter voient circuler autour du centre de leur planète et à une distance de 108,000 lieues, une lune ayant un diamètre apparent plus grand que celui de la Lune terrestre, qui s'éclipse régulièrement après des intervalles égaux à 1 jour 3/4 environ. Ce mouvement rapide, pour

ire en passant, fournit sur le globe de Jupiter un
en très-précis de déterminer les longitudes.

n examinant attentivement les mêmes nombres, on
ve que les carrés des temps des révolutions de deux
conques de ces satellites sont entre eux comme les
es de leurs distances moyennes à Jupiter; en d'autres
nes que les temps des révolutions sont entre eux
me les racines carrées des cubes des distances des
llites au centre de la planète.

ette loi remarquable, la troisième de Kepler, nous
ons retrouvée lorsque nous avons comparé les temps
révolutions des planètes autour du Soleil aux cubes
grands axes de leurs orbites (liv. XVI, chap. VI, t. II,
23).

es observations très-délicates ont paru conduire à
onséquence que chaque satellite tourne sur lui-même
s un temps égal à celui qu'il emploie à faire sa révo-
on autour de la planète. Ces quatre lunes présente-
nt un phénomène analogue à celui que nous avons
vé pour la Lune terrestre, celui de montrer toujours
même face au centre de Jupiter : c'est là, à ce qu'il
ble, comme nous le verrons en nous occupant de
urne, une loi générale qui paraît s'observer dans les
vements de tous les satellites.

Une étude approfondie des temps des révolutions des
llites et de leurs positions relatives en longitude a
duit à des rapports très-simples dans lesquels l'esprit
complaît et que, par cette raison, nous ne pouvons
nous dispenser de mentionner ici.

*Première loi.* — Le moyen mouvement du premier

satellite, plus deux fois celui du troisième, est égal à trois fois le moyen mouvement du second.

*Deuxième loi.* — La longitude moyenne du premier satellite, moins trois fois celle du second, plus deux fois celle du troisième, est toujours égale, à très-peu près, à 180°.

Cette dernière loi conduit à la conséquence que les trois premiers satellites de Jupiter ne peuvent pas être éclipsés simultanément. En effet, dans le cas d'une pareille éclipse, les longitudes des trois satellites seraient à très-peu près les mêmes : la longitude du premier, plus deux fois celle du troisième, moins trois fois celle du second, donnerait 0 et non pas 180°.

Les temps des révolutions des quatre satellites de Jupiter et les dimensions apparentes de leurs orbites auxquelles Galilée s'arrêta étaient entachés de fort graves erreurs. C'est à Peyresc et à ses collaborateurs, Gassendi et Gautier, que l'on doit les premières déterminations quelque peu exactes de ces éléments. C'est en s'appuyant sur les nombres donnés par les observateurs de la ville d'Aix, que l'astronome hollandais Vendelinus constata que la troisième loi de Kepler se vérifiait dans le petit système dont Jupiter occupe le centre. Jean-Dominique Cassini eut le mérite de fixer, avec une beaucoup plus grande précision que ses prédécesseurs, les temps des révolutions de ces petits astres et les grandeurs relatives des courbes qu'ils parcourent. Ces résultats ont été ultérieurement perfectionnés par Wargentin, et surtout par Delambre, à la suite de la discussion d'un nombre immense d'observations qui ont servi de base

tables dont les astronomes lui sont redevables. C'est n aux magnifiques travaux de Laplace que l'astro-ie moderne doit de connaître les lois si simples qui ent les mouvements et les positions relatives des ts astres qui circulent autour de Jupiter.

## CHAPITRE XIII

### TERMINATION DES LONGITUDES TERRESTRES PAR L'OBSERVATION DES ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER

e moment de l'entrée définitive d'un satellite dans ône d'ombre de Jupiter, le moment où il commence n sortir, ont été regardés comme des phénomènes ntanés, visibles au même instant dans tous les points r lesquels Jupiter se trouve alors au-dessus de l'hori-; la comparaison des observations faites d'un de ces nomènes dans deux lieux différents en heures de ces x, sera propre à faire connaître la différence de leurs itudes.

nvisagées sous ce point de vue, les éclipses des satel- peuvent être considérées comme un moyen très-utile erfectionner la géographie.

n supposant que l'on soit parvenu à prédire les ersions et les émersions des satellites avec la pré-n des observations mêmes, on n'a plus besoin, pour ver la longitude d'un lieu, d'observations correspon-es, les éclipses peuvent alors servir à diriger le geur dans sa marche. En effet, c'est à la prédiction ée pour un méridien connu, qu'on pourra com-

parer les observations qu'on aura eu l'occasion de faire.

Les immersions et les émersions des satellites de Jupiter semblent donc conduire à une solution directe et simple du problème des longitudes; mais on vient de voir que c'est à la condition que le voyageur peut emporter, à l'avance, l'indication des heures où ces phénomènes doivent arriver sous le premier méridien, sous celui de Paris, par exemple. Cette condition n'était pas aussi facile à remplir que se l'étaient imaginé les inventeurs de la méthode.

Les satellites ne se meuvent pas uniformément autour de Jupiter, ils sont assujettis à des perturbations dépendantes de leurs positions mutuelles, et dont il est absolument nécessaire de tenir compte, lorsqu'on vise à quelque précision. Ces perturbations, pour la plupart, avaient été reconnues à l'aide des observations avant que la théorie les rattachât aux lois de la pesanteur universelle.

Maintenant, grâce aux progrès de cette théorie, les tables des satellites servent à prévoir les immersions et les émersions avec une grande exactitude. Il ne reste plus pour fournir aux navigateurs les moyens de se diriger dans la vaste étendue des mers à l'aide de ces petits astres, que de trouver un procédé pour les observer avec des lunettes ayant des grossissements suffisants; problème que les agitations du navire rendent très-difficile et qui n'a pas encore été résolu d'une manière satisfaisante.

Ajoutons, quant aux déterminations obtenues même à terre, qu'une immersion du satellite doit arriver lors-

ne petite portion du disque est encore en dehors cône d'ombre ; or cette portion n'est la même pour x observateurs que dans le cas où leur vue a le même ré de sensibilité. L'éclipse réelle différera aussi d'au- plus de l'éclipse apparente que la lunette employée s l'observation aura plus de lumière. Les deux causes nous venons de citer doivent produire des effets rses à l'émersion. Les résultats n'en seront indépen- ts que si l'on compare pour les deux lieux dont on déterminer la différence de longitude, un nombre isément égal d'immersions et d'émersions des mêmes llites.

'idée de faire servir les configurations, et surtout les ses des satellites de Jupiter à la détermination des itudes, paraît s'être présentée de très-bonne heure alilée; tel fut l'objet des communications avortées qui blirent d'abord entre le philosophe florentin et les s de Hollande, et ensuite avec la cour d'Espagne. r donner à sa méthode l'exactitude à laquelle il aspi- Galilée fit par lui-même et par ses élèves un nombre digieux d'observations. Renieri, religieux olivetain, était le dépositaire. On a prétendu qu'à sa mort des nts de l'Inquisition s'en emparèrent; mais il ne faut mnier personne, pas même les agents de l'Inquisition. ésulte du récit de Nelli dans la vie de Galilée, récit lé sur une déclaration des parents de l'astronome flo- in, que la spoliation du cabinet de Renieri doit être utée à un certain chevalier Joseph-Augustin Pisano, avait été présent à la mort de Renieri, et dans les ns duquel se trouvèrent l'horloge et le télescope du

religieux olivetain. Quoi qu'il en soit de cette accusation, les manuscrits de Renieri rentrèrent, on ne sait trop quand ni comment, dans la bibliothèque de Florence, dite Palatine, d'où ils ont été extraits et publiés, quant à leurs parties essentielles, par M. Alberi, après avoir donné lieu, en Italie, au débat le plus animé et le moins courtois.

C'est grâce aux grands perfectionnements introduits par Laplace dans la théorie des mouvements des satellites de Jupiter que l'on a pu arriver à calculer plusieurs années à l'avance l'heure où ces satellites doivent s'éclipser ou reparaître, et à donner cette indication dans les éphémérides nautiques.

Les rapports que nous avons indiqués comme liant entre eux les mouvements moyens des trois premiers satellites et leurs longitudes moyennes, ont été découverts par l'auteur de la *Mécanique céleste*, et justement appelés les *lois de Laplace*. Pour faire disparaître ce que de pareilles lois auraient d'extraordinaire, l'auteur a démontré qu'il a suffi à l'origine que les mouvements et les positions des satellites satisfissent à peu près à cette égalité pour devenir dans la suite rigoureusement exactes.

Il résulte, comme nous l'avons vu plus haut (ch. XII, p. 363), de la première loi de Laplace que les trois premiers satellites de Jupiter ne sauraient être éclipsés à la fois. Cependant Molyneux aperçut, le 2 novembre (vieux style) 1681, Jupiter sans aucun satellite. Le 23 mai 1802, sir William Herschel fit une observation analogue. Ce phénomène a été remarqué, le 15 avril 1826, par M. Wallis, et le 27 septembre 1843, par M. Gries-

n. On aurait tort, quoiqu'on l'ait prétendu, de conclure ous ces faits que la loi de Laplace avait fait défaut à quatre époques mentionnées. On n'a point fait atten- qu'aux dates citées des satellites pouvaient se pro- r sur la planète ou être cachés par son disque opaque, lis que la loi n'est relative qu'à de véritables éclipses qu'à l'existence simultanée des satellites dans le cône nbre.

## CHAPITRE XIV

### LES SATELLITES PEUVENT-ILS ÊTRE APERÇUS A L'ŒIL NU ?

n a beaucoup agité la question de savoir si, dans les onstances les plus favorables, les satellites de Jupi- peuvent être aperçus à l'œil nu. On conçoit que s le cas d'une réponse affirmative, on pourrait sou- r que l'antiquité les a connus.

ans les planches d'une Encyclopédie japonaise, dont remière édition remonte à une époque bien anté- re à celle de l'invention des lunettes, Jupiter est ré ayant à ses côtés deux petites étoiles; mais ce in ne prouve pas grand'chose, et il est certain que Japonais ajoutent aux textes de leurs plus anciens rages, quand ils les réimpriment, les documents ls ont reçus de leurs communications avec les Hol- lais; la circonstance que Jupiter est dessiné avec x et non avec quatre satellites, peut bien paraître cile à expliquer, sans pour cela qu'elle soit décisive nt à la visibilité de ces petits astres sans le secours unettes.

J'ai entendu raconter qu'il existait à Hambourg, vers commencement de ce siècle, deux sœurs qui voyaient ettement et sans difficulté ceux des quatre satellites ui s'éloignent le plus de la planète. Mais toute vérifi- ation faite, il fut établi qu'il y avait là une supercherie. n astronome célèbre ayant soumis les deux observa- ices à l'épreuve de l'expérience, reconnut qu'elles yaient à droite de Jupiter ce qui était à gauche, et ciproquement ; dès lors il resta avéré qu'elles se gui- ient sur les dessins contenus, pour chaque jour de née, dans les Éphémérides de Berlin, lesquelles, ur la commodité des astronomes qui généralement loient des lunettes à deux verres convexes ou ren- ant les objets primitifs, présentent les satellites et la ète, non pas qu'ils sont réellement, mais tels qu'ils raissent dans ces instruments.

Quelle influence sur la visibilité doit-on attribuer à endue des couches atmosphériques traversées par les ons de Jupiter et des satellites?

n trouve dans une lettre de mon ami Boussingault, 1835, que pendant son séjour à Bogota, ni lui, ni compagnon Riveiro, ne parvinrent à voir à l'œil nu satellites de Jupiter, quoiqu'ils fussent à la hauteur 2,640 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Wrangel rapporte qu'en Sibérie il rencontra un chas- r du pays qui, lui montrant Jupiter, lui dit : « Je as de voir cette grosse étoile en avaler une petite et romir peu de temps après. » C'était, suivant le célèbre ageur russe, une immersion et l'émersion subséquente troisième satellite à laquelle le chasseur faisait allu-

ı. La pénétration de la vue des indigènes et des Tar-
:s est, comme on sait, devenue proverbiale.

Ion ami de Humboldt a récemment transcrit, dans
*Cosmos*, une note de Boguslawski, directeur de l'Ob-
/atoire de Breslau, relative à un maître tailleur de
e ville qui apercevait, à l'œil nu, deux des satellites,
roisième et le premier; malheureusement M. Bogus-
ski ne dit point de quelles précautions il s'entoura
r s'assurer que le tailleur Schœn ne le trompait pas.
ıu reste, la visibilité des satellites de Jupiter pour
lques personnes, et la non-visibilité pour le plus
nd nombre, est un fait dont il faut chercher l'explı-
on, s'il est vrai que deux de ces satellites, le troi-
ne et le premier, mais surtout le troisième, doivent
: assimilés aux étoiles de sixième grandeur, c'est-à-
: à la classe de ces astres qui peuvent toujours être
rçus à l'œil nu. Voici comment j'essayai, dans une
nce de l'Académie des sciences de 1843, de rattacher
ɔhénomène à la forme des objets très-lumineux obser-
sans le secours d'aucun instrument d'optique :

Quand on regarde Jupiter à l'œil nu, cette planète
ıble formée d'un point central fort lumineux, d'où
tent, dans tous les sens, des rayons divergents. Ces
ons sont plus ou moins longs. Il existe, sous ce rap-
t, d'énormes différences entre tel et tel observateur:
z l'un, les rayons ne dépassent pas trois, quatre ou
q minutes de degré; chez d'autres, ils s'étendent à
ıze ou quinze minutes. Pour tout le monde, les satel-
s se trouvent donc ordinairement noyés dans une
sse lumière.

« Si nous supposons maintenant que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels, s'épanouisse seulement par des rayons d'une minute ou de deux minutes d'amplitude, il ne semblera plus impossible que les satellites soient de temps en temps aperçus sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors ne grossit point. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Eh bien, cela a suffi, dès le premier essai, pour qu'un satellite (le troisième), convenablement écarté de la planète, soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire, MM. E. Bouvard, Laugier, Mauvais, Goujon, Faye.

« Dès qu'on a établi que les satellites de Jupiter peuvent être aperçus sans grossissement d'aucune sorte, il est évident que l'œil qui réduira les rayons divergents de l'image de la planète à la longueur que ces rayons conservent dans la petite lunette non grossissante, découvrira ces faibles astres tout aussi bien que les yeux ordinaires le font en employant l'instrument. Tout porte à croire qu'il existe des yeux naturellement doués de cette perfection : des yeux qui dépouillent les images des objets éloignés et les plus brillants de presque toute fausse lumière. »

## CHAPITRE XV

### ssage des ombres sur le disque de la planète — taches des satellites — rotation de ces astres.

La première observation qu'on ait faite du passage de nbre d'un satellite sur le disque de Jupiter appartient ominique Cassini, et remonte à l'année 1664.

L'observation des taches ou permanentes ou momen-ées, qui existent à la surface des satellites, observa- qui n'est possible qu'à l'époque où ces petits astres rojettent sur le disque de Jupiter, paraît avoir été e en Italie, pour le quatrième satellite, dès l'année 5, par Dominique Cassini (*Mémoires de l'Académie sciences*, de 1714). Elle ne remonte, d'une manière nentique, qu'à l'année 1677, et doit être attribuée à sini et à Rœmer. Depuis, cette observation a été sou- t renouvelée, notamment par Maraldi, qui aperçut, 1707, des taches appartenant au quatrième et au sième satellite. On voit aussi des observations de es de ces deux mêmes satellites, dans un Mémoire Messier, publié en 1768, dans les *Transactions phi-phiques*, et ensuite dans la *Connaissance des temps* 804. Les recueils de Schrœter intitulés *Beiträge* ren-nent des observations analogues. Ces observations vent qu'il y a identité entre la composition physique satellites et celle de la planète autour de laquelle ils u'ent.

Herschel présenta, en 1797, à la Société royale de dres, les résultats des nombreuses observations qu'il

avait faites sur les intensités et les grandeurs comparatives des satellites de Jupiter. Il résultait de ces observations que les intensités lumineuses des satellites sont très-variables et que les grandeurs apparentes de ces astres changent aussi beaucoup.

Les variations de grandeur et d'intensité prouvaient évidemment que les satellites sont parsemés de taches plus ou moins réfléchissantes et qu'ils tournent sur eux-mêmes.

En recourant à une opération graphique, en marquant sur les quatre orbites les places où, pendant une longue période, chaque satellite s'était montré à son maximum et à son minimum de grandeur, Herschel reconnut que ces phénomènes se reproduisent toujours vers les mêmes régions. Comme la Lune, les satellites de Jupiter tournent donc sur eux-mêmes dans un temps égal à celui qu'ils emploient à faire leur révolution autour de la planète.

Je ne saurais expliquer pourquoi, à l'occasion des taches des satellites aperçues pendant le passage de ces astres sur le globe de Jupiter, sir John Herschel ne cite que Schrœter et Harding : des observations de ce genre, comme on a vu, avaient été faites bien antérieurement.

Les taches des satellites n'ont jamais été aperçues lorsque ces petits astres sont en dehors de la planète, quelles qu'aient été la puissance et la perfection de l'instrument qu'on appliquait à cette observation; elles se voient, au contraire, très-aisément, même quand les satellites parcourent une partie de leur orbite se projetant sur le disque de Jupiter. Ce phénomène est très-digne d'attention, car, ainsi que le dit Bailly : « Les taches

les détails d'une surface ; or, il est assez étrange de nguer les détails de choses dont l'ensemble échappe vue par la petitesse. » Malheureusement, après cette arque très-juste, le célèbre auteur de l'*Histoire de tronomie* se livre, pour expliquer le fait observé, à considérations complétement inintelligibles. Voyons si s ne pourrions pas le rattacher à des causes déjà liées et en déduire quelque chose d'utile.

l est reconnu qu'un objet lumineux très-petit n'est ais bien terminé, qu'il se présente comme une agglo-ation de lumière presque informe d'où partent des ons divergents dans tous les sens et plus ou moins dus. Par des causes dépendantes de la conformation nos yeux et qui ne sont pas encore parfaitement ana-es, ces rayons divergents disparaissent dans une ette lorsque l'objet lumineux sous-tend un angle sen-e ; c'est ainsi, pour citer la planète la plus brillante, le bord de Vénus paraît bien terminé et sans aucune e de rayons divergents qui seraient aperçus si l'on ait isolément chacun des points de ce bord. Faisons ntenant une application de ces faits avérés au cas où observe un satellite de Jupiter.

Le satellite paraît-il en dehors de la planète, son ge sera confuse et entourée de rayons divergents qui projetteront sur les taches, s'il en existe, et les ren-nt invisibles. Le satellite correspond-il à la planète, le que de ce satellite se dessine nettement, quelque petit il soit ; les rayons divergents disparaissent ; rien ne nt plus couvrir les taches noires, et dès lors elles iennent apparentes par le contraste qui existe entre

leur peu de lumière et celle des parties environnantes.

Si cette manière d'envisager le phénomène est fondée, nous en déduirons un moyen expérimental de démontrer l'existence des taches par une observation directe et dans des positions où jusqu'ici on n'avait pu constater leur présence que par voie d'induction.

Ce moyen, nous le trouverons dans l'emploi d'une lunette prismatique ou à double image. Supposons que le troisième satellite soit situé à l'orient du disque de Jupiter, la lunette prismatique fournira deux images de la planète et de son satellite : l'une dans sa position naturelle; l'autre, provenant de la réfraction extraordinaire du cristal, se trouvera située à l'occident de la première, par exemple. Rien de plus aisé que de faire projeter la seconde image du troisième satellite sur le disque lumineux de la planète correspondant à la première image. Les causes de confusion dans l'image de ce satellite auront, dès ce moment, disparu. Seulement le contraste lumineux, en vertu duquel la tache devenait visible dans l'observation ordinaire, sera moins sensible. En effet, dans la portion correspondante à la tache, l'image du satellite est éclairée par une lumière égale à celle de la première image de Jupiter.

Dans les régions qui entourent la tache, l'image du satellite se compose de sa lumière propre ajoutée à la lumière du disque de la planète. En supposant que la matière du satellite ait une vertu réfléchissante égale à celle de la matière de Jupiter et que la tache n'émette aucun rayon, il y aura entre les lumières qui nous feront voir les diverses parties du disque du satellite, le rapport

à 2, ce qui est plus que suffisant pour nous faire nguer les différentes régions de ce satellite actuel- ent bien terminées.

sera curieux de rechercher si, en se projetant sur e lumière atmosphérique, qui peut être considérée me un disque planétaire lumineux indéfini, les satel- sont dépouillés des rayons factices qui les entourent qu'on les voit sur un fond obscur, et si alors leurs es deviennent visibles. On pourrait aussi éclairer de le champ de la lunette d'une lumière artificielle dont erait varier l'intensité à volonté et répéter les mêmes rvations.

e ne dois pas négliger de citer deux résultats d'obser- ons qui, en les supposant exacts, ne se concilieraient aisément avec l'explication précédente. Je les em- nte à un travail de Messier. « Plus, dit cet astronome, tache appartenant au troisième satellite s'approchait ord de la planète, plus elle diminuait de grandeur, cessais de la voir avant qu'elle eût atteint le bord upiter. » (Observation du 6 septembre 1760.)

Le 14 juillet 1771, une tache sur le troisième satel- cessa, dit Messier, d'être visible près du bord de la ète. » (*Connaissance des temps pour l'année* 1804, 15 et 420.)

es taches des satellites, dont l'existence a été démon- par les passages de ces petits astres sur le corps upiter, servent à expliquer les changements d'inten- lumineuse auxquels ils sont assujettis. Il suffit de oser que la matière des satellites ou celle de leurs osphères ne sont pas également propres sur tous les

points à réfléchir la lumière solaire, et qu'ils tournent sur eux-mêmes, de manière à présenter à la Terre toutes les parties de leur surface.

## CHAPITRE XVI

### GRANDEURS APPARENTES DES SATELLITES TRÈS-VARIABLES ET CONSÉQUENCES QU'ON A DÉDUITES DE CE FAIT

L'ordre suivant lequel les satellites doivent être rangés d'après leurs intensités comparatives est perpétuellement variable. Le troisième est ordinairement le plus intense ; le quatrième devient quelquefois si faible qu'il disparaît presque entièrement, ainsi que cela résulte d'une observation de Bianchini, communiquée à l'Académie des sciences et citée par Maraldi dans son Mémoire de 1714.

Suivant des comparaisons récentes faites par M. Galle et rapportées par M. de Humboldt, le troisième satellite de Jupiter doit être assimilé, dans son maximum d'éclat, à une étoile de cinquième à sixième grandeur ; les autres, dont la lumière est variable, oscillent entre le sixième et le septième ordre d'éclat.

Suivant William Herschel, le premier satellite est celui qui éprouve ces changements au plus haut degré.

Cassini avait déjà observé que les changements de grandeurs apparentes « se répétaient vers les mêmes positions des satellites relativement à Jupiter et au Soleil. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, t. Ier, p. 266.)

Cette remarque conduisait, comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, à la conclusion que les

ps des rotations des satellites sur eux-mêmes étaient
ux aux temps de leurs révolutions autour de Jupiter;
équence qui d'abord avait été déduite d'observations
ogues à l'égard du satellite de Saturne découvert
Huygens, et à laquelle on renonça ensuite sans de
bonnes raisons.

es recherches furent reprises à la fin du siècle der-
par Herschel et Schrœter. L'un et l'autre de ces
les astronomes, en comparant les grandeurs relatives
satellites, ont déterminé les points des orbites où
cun d'eux acquiert son maximum d'éclat. Il est
lté de leur travail, qui ne pourra être repris avec
ntage que lorsque la photométrie aura fait de nou-
ux progrès, que ces maxima s'observent pour cha-
de ces petits astres dans les mêmes points de son
te, et dès lors, que les mouvements de révolution des
llites sur eux-mêmes et les mouvements de révolution
a planète centrale sont égaux entre eux. Quelques
ervations qui ne s'accordent pas avec cette loi ne
raient l'infirmer. Les anomalies dépendent certaine-
t de changements physiques momentanés, arrivés à
urface ou dans l'atmosphère des satellites.

uivant Herschel, le premier satellite est au milieu de
maximum d'éclat, quand il atteint le point de l'or-
à peu près milieu entre la plus grande digression
ntale et la conjonction; la face la plus brillante du
nd satellite regarde aussi la Terre quand ce petit
e est entre la plus grande élongation orientale et la
onction; pour le troisième satellite, il y a deux
ima d'éclat, et ils s'observent aux deux élongations;

le quatrième ne brille d'une vive lumière qu'un peu avant et un peu après l'opposition.

Des observations analogues, faites à Berlin par Mædler et Beer, de décembre 1835 à avril 1836, ont confirmé, autant que l'imperfection de la méthode pouvait le comporter, le résultat obtenu par Herschel et Schrœter pour le premier, le second et le quatrième satellite, assujettis tous les trois à de fortes variations d'intensité. Quant au troisième, qui reste toujours le plus brillant, les auteurs ont cru ne pas pouvoir se prononcer définitivement.

Notons à ce sujet que, déjà en 1707, Maraldi remarquait que le troisième satellite subissait de telles variations d'éclat, que quelquefois il était égal aux autres et même devenait plus petit. (*Mémoires de l'Académie des sciences* pour 1707, page 295.)

S'il était permis d'accorder une foi complète à des faits négatifs, une remarque de Dominique Cassini prouverait, encore mieux que les changements d'intensité dans l'éclat des satellites, l'existence d'atmosphères fortement réfringentes autour de plusieurs de ces petits astres. Ce célèbre astronome disait, en effet, dans l'année 1678 (*Mémoires de l'Académie des sciences*, t. Ier, p. 266), qu'il n'avait pu apercevoir quelquefois l'ombre du premier satellite, quoiqu'il eût parfaitement distingué ses taches et par conséquent le satellite lui-même. Dans ce cas, comme on l'a supposé, la lumière du Soleil, réfractée par l'atmosphère du satellite, aurait pénétré dans le cône d'ombre; mais si cette explication était réelle, pourquoi l'ombre ne serait-elle effacée que quelquefois? Il est vrai que dans les éclipses totales de notre Lune,

leux rayons solaires qui vont éclairer le disque nt considérablement d'intensité, suivant la constitu- le l'atmosphère terrestre. Les mêmes causes produi- t-elles de semblables effets à l'égard de l'atmosphère remier satellite de Jupiter? Des mesures exactes iamètres de l'ombre qu'il projette pourront éclaircir estion. On voit que ces mondes éloignés présentent e bien des problèmes à résoudre à nos successeurs.

## CHAPITRE XVII

### COULEURS DES SATELLITES

oique les satellites ne brillent pas d'une lumière e, quoiqu'ils empruntent leur éclat au Soleil, ils ne ssent pas de la même nuance, soit à cause des iétés spéciales de la matière solide dont ils sont s, soit par un effet de leur atmosphère. William hel a trouvé : que la teinte du premier satellite est nc plus ou moins vif; que celle du second passe anc cendré au blanc bleuâtre; que le troisième est rs blanc; que le quatrième enfin paraît quelquefois é, quelquefois rougeâtre.

dler et Beer ont vu une couleur bleuâtre distincte toutes leurs observations du quatrième satellite; le me avait une teinte jaune. La lumière du premier second, surtout quand ces deux satellites étaient lu troisième, tirait sur le bleu.

voit combien ces derniers résultats diffèrent de d'Herschel; le fait de la coloration de la lumière

des satellites mérite donc d'être soumis à de nouvelles vérifications pendant lesquelles il sera indispensable que l'observateur se précautionne avec soin contre les effets de contraste.

## CHAPITRE XVIII

### PASSAGE DES SATELLITES SUR LE DISQUE DE JUPITER

L'observation des satellites lumineux sur le corps même de Jupiter a été faite la première fois par Dominique Cassini[1], puis ensuite par Maraldi. Celui-ci faisait, dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* pour 1707, la remarque que le satellite, très-visible près du bord oriental et près du bord occidental, comme une tache lumineuse, disparaissait près du centre, sa lumière se confondant alors avec celle de la planète. Cette observation, quoique Maraldi ne le remarque pas, est une véritable mesure photométrique. Le satellite se voit près du bord de Jupiter parce que la lumière y est faible et que là son éclat prédomine sur celui de la planète. Il disparaît au centre parce que sa nuance et son éclat sont alors les mêmes que ceux de la portion de la planète qu'ils nous cachent, les mêmes que la nuance et l'intensité des parties lumineuses dont il est entouré.

1. Hérigone avait proposé en 1644 de substituer, pour la détermination des longitudes, aux éclipses des satellites, leurs passages par le centre du disque de Jupiter. Cassini objectait (tome VIII des *Mémoires de l'Académie*) que l'observation proposée par Hérigone n'était pas exécutable, attendu, disait-il, que les satellites ne se voyaient pas lorsqu'ils se projetaient sur le centre de la planète.

ound fit des observations analogues en 1719, comme peut le voir dans les *Transactions philosophiques.* ci comment s'exprime l'astronome anglais : « J'ai vu ieurs fois le premier et le second satellite apparaître comme d'obscures taches, mais comme des points lants, tant soit peu plus vifs que Jupiter, peu après entrée sur le disque de la planète, mais ils s'effa- nt en approchant du milieu. »

n Mémoire de Messier, qui parut d'abord dans les *nsactions philosophiques* de 1767, puis dans la *Con- ssance des temps de l'an* XV, renferme les deux obser- ons que je vais rapporter.

e 19 août 1760, le premier satellite qui se projetait la planète était d'autant plus visible, qu'il s'appro- it davantage du bord.

e 22 août 1760, le deuxième satellite ne devint ble qu'alors seulement qu'il fut éloigné du bord de la nète d'un huitième de son diamètre.

a lunette prismatique fournit un moyen de répéter e observation avec des circonstances différentes et endantes de ce fait qu'alors c'est une image qui se jette sur la planète et non pas un écran matériel pêchant la lumière devant laquelle il se place, d'arri- à l'œil. A l'aide de cette lunette, on peut projeter satellite appartenant à l'image extraordinaire, par mple, sur un point quelconque du disque de la pla- e provenant de l'image ordinaire.

'ai trouvé, dans nos registres, des observations de ce re et je n'y ai pas vu sans surprise que le satellite, -visible vers le bord, disparaissait vers le centre,

c'est-à-dire dans un point où sa lumière, ajoutée à celle de la planète, devait former une somme double de la lumière environnante. Je ne donne pas cette observation pour parfaitement exacte, mais elle mérite certainement d'être répétée. J'ose prédire que si on la fait avec de la lumière préalablement polarisée, ce qui produira les moyens de faire varier une des images par tous les degrés possibles, elle conduira à des résultats intéressants.

[redacted]

# LIVRE XXVIII

## VITESSE DE LA LUMIÈRE ET ABERRATION

---

## CHAPITRE PREMIER

### AVANT-PROPOS

.e lecteur qui comparer [illegible] inutieux détails dans uels j'ai cru devoir ent[illegible] rendre compte de la ouverte de Rœmer, rela[illegible] la détermination de la sse de la lumière par l' [illegible] tion des éclipses des llites de Jupiter, à ce qui se trouve à ce sujet dans raités de physique ou d'astronomie les plus renom- se demandera sans doute si de tels détails étaient ssaires ; pour ma part, je n'hésite pas à affirmer que xplications abrégées données par la plupart de mes écesseurs ne portent pas la conviction dans l'esprit généralité des élèves. C'est après m'être assuré par même de l'insuffisance des quelques phrases dans les- es on a cru pouvoir renfermer la théorie du célèbre nome danois, que je me suis décidé à la beaucoup lopper.

## CHAPITRE II

### ARQUES SUR LES PHÉNOMÈNES QUE PRÉSENTENT LES ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER

us rappellerons d'abord que Jupiter étant un corps ıe doit projeter, à l'opposite du Soleil, un cône

nbre dont l'axe est la ligne qui joint les centres de deux astres et dans lequel la lumière du Soleil ne ètre pas; nous rappellerons aussi que les satellites ant pas lumineux par eux-mêmes, ne brillant que de ımière du Soleil réfléchie, doivent disparaître lorsque e lumière ne les atteint plus ou qu'ils ont pénétré dans ône d'ombre. Cela posé, plaçons dans une seule et ne figure (fig. 331) le Soleil S., la terre T et Jupiter

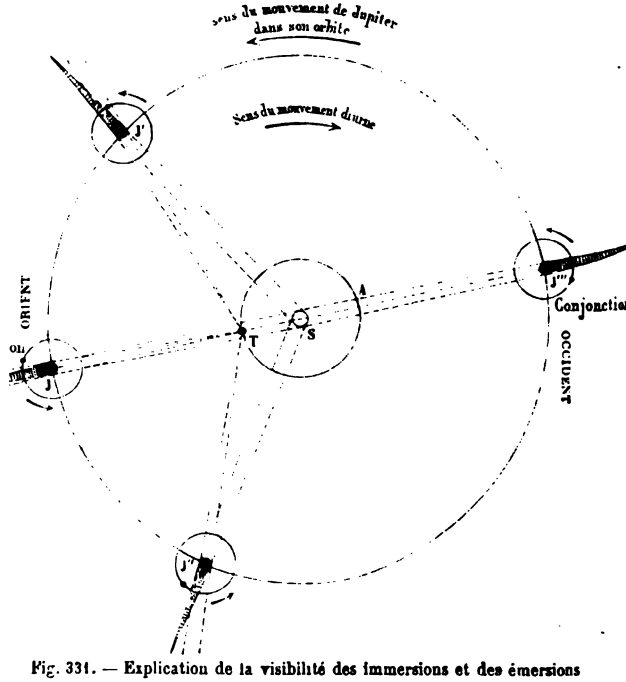



Fig. 331. — Explication de la visibilité des immersions et des émersions des satellites de Jupiter dans le cône d'ombre.

', J'', J''', dans les positions diverses qu'ils peuvent ıper aux différentes époques d'une année.

l ne faut pas oublier que si la Terre T est située entre

piter et le Soleil et sur la ligne droite qui joint ces
ux astres, Jupiter étant opposé au Soleil arrive au
ridien précisément à minuit, et qu'on dit alors de la
nète qu'elle est *en opposition*. Si la Terre est toujours
cée sur la ligne qui joint Jupiter au Soleil non plus
ns une situation intermédiaire entre les deux astres,
is dans la position TSJ‴, l'observateur situé sur la
rre voit Jupiter dans la région du firmament qu'occupe
Soleil, et les deux astres passent au méridien au même
ant ou à midi; alors Jupiter est dit *en conjonction*.
Soit dans la figure l'occident à droite, l'orient à gau-
; le mouvement diurne s'exécute de gauche à droite;
nouvement de Jupiter lorsqu'il ira de la conjonction
pposition, s'exécutera de l'occident à l'orient ou de
te à gauche; celui du satellite s'opérera aussi de
té à gauche ou de l'occident à l'orient dans la portion
'orbite où se trouve le cône d'ombre.

uand Jupiter est en opposition, dans la position STJ,
s on ne peut voir ni les disparitions ni les réappari-
s du premier satellite. Ce satellite traverse le cône
ıbre dans des points qui sont évidemment cachés par
orps opaque de Jupiter, car dans un cône la base est
grande que toutes les sections semblables et circu-
s comprises entre cette base et le sommet.

Jupiter est situé dans une position J′ quelconque,
prise entre la conjonction et l'opposition, le point
lequel le satellite pénétrera dans le cône d'ombre ne
pas visible de la Terre; le point par lequel il sortira
ine d  nbre. au contraire, sera visible et l'on pourra
e sa réapparition, ou, pour me servir

'expression technique, le moment de son émersion.
s cette position de la planète et dans toutes celles qui
comprises entre J''' et J où Jupiter est en conjonc-
, on ne peut donc observer que les émersions. Le
raire aura lieu si nous considérons Jupiter placé
n point quelconque J'' situé entre l'opposition et la
onction; alors on ne voit que la limite du cône
ıbre par laquelle le satellite pénétrera et les points
lisparition ou les immersions seules seront visibles;
émersions s'opéreront dans des points cachés par le
s opaque de la planète.

ans la figure 331 nous avons supposé, pour plus de
ılicité, la Terre immobile en T et Jupiter parcourant
ɜ son orbite. Les phénomènes s'expliqueront mainte-
de la même manière si l'on admet les mouvements
; de la Terre et de Jupiter autour du Soleil. Alors à
conjonction TSJ''' (fig. 332) succède une opposition
J'' après un peu plus de six mois, puis vient une nou-
: conjonction T''SJ''suivie elle-même d'une opposition
'J, etc. La Terre allant de T à T' dans son orbite,
tous les phénomènes précédemment décrits se passer
ur de Jupiter qui se transporte de J''' en J''.

e temps qui s'écoule entre deux immersions succes-
; du même satellite de Jupiter est exactement égal
:emps qui s'écoule entre deux émersions : ce temps
:e qu'on appelle *révolution synodique.*

oncevons l'orbe du satellite partagé en 360°; un
ıètre quelconque de cet orbe, celui qui passe par
180°, par exemple, reste toujours parallèle à lui-
ıe, même pendant le déplacement de Jupiter; le

temps que le satellite emploie à revenir au même degré de son orbite est ce qu'on nomme la *révolution sidérale.*

Il est bon de chercher comment ces deux durées sont liées entre elles, comment l'une peut être déduite de l'autre.

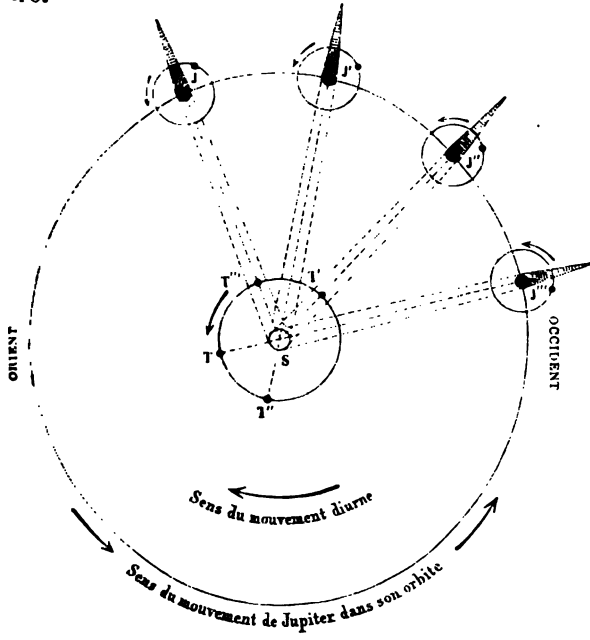



Fig. 332. — Mouvements relatifs réels de la Terre et de Jupiter.

Le cône d'ombre ne reste pas parallèle à lui-même pendant le mouvement de Jupiter : il se déplace angulairement chaque jour d'une quantité qui est égale au mouvement de Jupiter dans son orbite vu du Soleil. Or, comme le mouvement de Jupiter dans son orbite est à peu près uniforme, la durée de la révolution synodique surpasse la durée de la révolution sidérale du satellite de la même quantité, quelle que soit la position de Jupiter

l'on considère. Si le satellite se meut uniformément
ur de la planète, les temps qui s'écouleront entre
ι retours consécutifs du satellite aux limites du cône

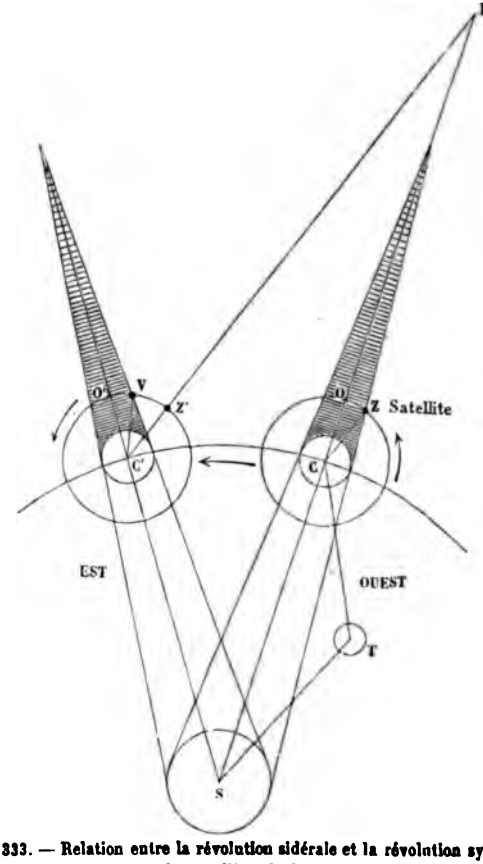



Fig. 333. — Relation entre la révolution sidérale et la révolution synodique des satellites de Jupiter.

ıbre, entre deux immersions ou entre deux émersions,
nt égaux entre eux quoique un peu plus longs que la
ie de la révolution sidérale.

ne révolution périodique ou sidérale du satellite est

achevée quand l'astre est revenu au même point physique, au même degré de son orbite. Cette révolution sidérale est plus courte que la révolution synodique, que la révolution rapportée au cône d'ombre. En effet, d'après la manière dont Jupiter se déplace de l'ouest à l'est, la ligne CZ (fig. 333) qui aujourd'hui, au moment de l'immersion, joignait le centre de Jupiter au satellite, reste parallèle à elle-même. Quand Jupiter s'est transporté en C′, le point Z se trouve en Z′ sur la ligne C′Z′ parallèle à CZ. Ce point Z′ n'est plus sur la limite de l'ombre ; le satellite parvenu en Z′ doit encore parcourir l'arc Z′V avant de s'éclipser. Reste maintenant à trouver la valeur de VZ′ ou de l'angle VC′Z′. Cet angle est l'excès de O′C′Z′ sur O′C′V, ou, ce qui revient au même, l'excès de O′C′Z′ sur OCZ. Cet excès est évidemment égal à l'angle CSC′ dont Jupiter s'est mû dans son orbite autour du Soleil entre les deux observations, car l'angle O′C′Z′ est égal à C′PC + C′SC ou bien à OCZ + C′SC; donc O′C′Z′ — OCZ est égal à C′SC, si le mouvement de Jupiter est uniforme, ce qui est à peu près vrai à cause du peu d'excentricité de l'orbe.

## CHAPITRE III

### INFLUENCE DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE SUR LES VALEURS OBSERVÉES DE LA RÉVOLUTION SYNODIQUE DES SATELLITES DE JUPITER

La question que nous nous proposons de résoudre est la suivante : la durée de la révolution synodique déterminée par l'observation des immersions ou des émersions

lle toujours la même, et, dans le cas de la négative, .e est l'influence de la vitesse de la lumière sur ces es?

est évident qu'aux époques de l'année où les dis- ɜs de Jupiter à la Terre restent à peu près con- .es, les durées des révolutions synodiques déduites ɔbservations des émersions ou des immersions des lites doivent être indépendantes de la vitesse de la ère, puisque cette vitesse affectera également deux rvations consécutives. Or, il y a deux époques dans ıée où, pendant plusieurs jours successifs, la dis- ɜ de Jupiter à la Terre reste à peu près la même: ɜpoques sont celles qui précèdent ou qui suivent les ıents des conjonctions et des oppositions. On s'en aincra en plaçant sur deux cercles concentriques le Soleil occupera le centre commun (fig. 334), astres qui soient en conjonction ou en opposition. i les lignes T*a*, T*a'*, T*a''*, sont très-peu différentes ɜ elles; il en est de même des lignes T*b*, T*b'*, T*b''* qui iffèrent que très-peu; au contraire, toutes ces lignes ou beaucoup plus grandes ou beaucoup plus petites la ligne T*c*. On s'assurera encore mieux de la vérité ait par l'observation micrométrique du diamètre de ter, lequel restera constant pendant un certain ɔre de jours avant ou après les deux époques sus- ionnées.

est plus évident encore, par les mesures du diamètre ılaire de Jupiter et par celles de l'angle sous-tendu par ıgation du satellite, que près de l'opposition et près ı conjonction, la distance de la planète et celle du

satellite à la Terre ne varient presque pas, de manière qu'à cette époque les durées de la révolution du satellite, ou les intervalles compris entre deux immersions successives, doivent être indépendantes de la vitesse de la lumière, car cette vitesse affecterait également les deux observations comparées. On pourra donc, à l'aide d'une immersion et d'une émersion observées un certain nombre

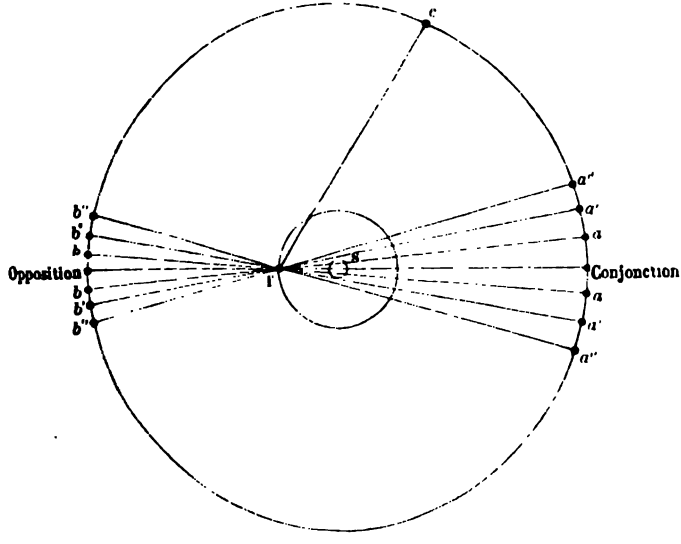



Fig. 334. — Variations des distances moyennes de la Terre à Jupiter aux diverses époques.

de jours avant ou après la conjonction ou l'opposition, déterminer celle qui a dû avoir lieu dans ces positions remarquables et que des causes physiques, déjà signalées, nous empêchent d'observer directement.

Il est bien entendu que si l'on compare les durées des révolutions synodiques déduites des observations faites près des oppositions ou des conjonctions, on les trouvera

différentes de celles qu'on calculerait d'après les observations faites dans d'autres positions, dans les quadratures, par exemple.

Examinons présentement de combien a varié la distance de Jupiter à la Terre, de l'opposition à la conjonction. De T en J (fig. 331, p. 386), distance de la Terre à Jupiter en opposition, il y a une valeur égale à la demi-différence entre les diamètres des orbites de Jupiter et de la Terre. La distance de T en J‴, ou la distance de la Terre à Jupiter en conjonction, se compose du diamètre TA de l'orbite terrestre, augmenté de la différence AJ‴ qui, comme TJ, est la demi-différence des diamètres des deux orbites; donc la différence entre la distance de Jupiter à la Terre en conjonction à la distance de Jupiter à la Terre en opposition, est égale à TA, double de 38 millions de lieues ou de la distance moyenne du Soleil à la Terre.

Ajoutons encore une remarque qui nous sera très-utile: le temps que Jupiter paraît employer à aller de la conjonction à l'opposition est exactement égal au temps dont il a besoin pour aller de l'opposition à la conjonction; puisque le temps réel de la révolution du satellite est toujours le même, il devra y avoir de la conjonction à l'opposition un nombre d'immersions exactement égal à celui des émersions qui s'effectueront entre le jour de l'opposition et celui de la conjonction. En outre, connaissant toutes les circonstances du mouvement d'un satellite autour de la planète, on peut déduire facilement de l'observation de l'époque d'une immersion visible, l'instant exact de l'émersion invisible suivante, ou réciproquement.

## CHAPITRE IV

EXEMPLE FAMILIER DESTINÉ A FAIRE COMPRENDRE LES CONSIDÉRATIONS QUI ONT CONDUIT A LA DÉTERMINATION DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE PAR L'OBSERVATION DES ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER

Pour donner une entière évidence aux considérations qui ont conduit à la détermination de la vitesse de la lumière, nous allons d'abord prendre un exemple familier.

Supposons qu'un événement ait lieu à Orléans et qu'à l'instant même un courrier soit dépêché pour en porter la nouvelle à Paris.

L'heure de l'arrivée de la nouvelle à Paris sera égale à l'heure où l'événement a eu lieu à Orléans, augmentée du nombre d'heures, de minutes, de secondes que le courrier aura mis à franchir l'intervalle compris entre les deux villes.

Un second événement a lieu à Orléans, le lendemain, le surlendemain, un jour quelconque. Je suppose que le courrier qui en porte la nouvelle à Paris marche exactement comme le premier courrier, je veux dire avec la même vitesse, ni plus ni moins.

L'heure à laquelle on apprendra cette seconde nouvelle à Paris se composera évidemment de l'heure où le second événement est arrivé, augmentée du nombre d'heures, de minutes, de secondes que le second, ou, ce qui revient au même, que le premier courrier a employées à franchir la distance des deux villes.

'our savoir la date réelle de chaque événement, il drait donc connaître ce nombre d'heures, de minutes, secondes, que le courrier a employées à faire son et, et le retrancher des dates exprimées en jours, res, minutes et secondes des arrivées de la première le la seconde nouvelle à Paris. Remarquons, d'autre , que toute connaissance relative à la vitesse du rrier est complétement inutile, quand, au lieu de cher- r la date réelle de chacun des deux événements, on t savoir seulement combien il s'est écoulé de temps e le premier et le second.

i les dates réelles des événements étaient connues, on ancherait le plus petit nombre du plus grand, et tout it dit. Les dates de l'arrivée des courriers sont ces s réelles augmentées d'une même quantité. Or, la rence de deux nombres ne change pas quand on augmente l'un et l'autre d'une même quantité. Donc ervalle réel des deux événements s'obtiendra en anchant simplement de la date de l'arrivée du second rrier, la date de l'arrivée du premier.

'our l'exactitude de ce résultat, il faut et il suffit que deux courriers aient marché avec une égale vitesse et ls aient eu le même chemin à parcourir. Il n'est donc nécessaire que les deux événements soient arrivés s la même ville. Le calcul serait évidemment tout si légitime en l'appliquant à des événements arrivés s deux villes différentes, pourvu que ces deux villes ent également éloignées de Paris.

'assons maintenant au cas où les deux courriers ont à parcourir des chemins d'inégales longueurs pour

aller à Paris, au cas où les événements dont ils apportent les nouvelles ne sont pas arrivés dans deux villes situées à la même distance de la capitale. Prenons, pour fixer les idées, Orléans et Bourges que nous supposerons situées sur une ligne droite partant de Paris.

Le premier événement est arrivé dans la ville la plus voisine de Paris, à Orléans ; le second dans la ville la plus éloignée, à Bourges. Si le courrier parti de cette dernière ville avait employé, pour aller à Paris, le même temps que le courrier d'Orléans, nous aurions, comme tout à l'heure, l'intervalle réel des deux événements, en retranchant de la date de l'arrivée du courrier de Bourges la date de l'arrivée du courrier d'Orléans. Mais le courrier de Bourges est arrivé à Paris plus tard que dans cette hypothèse, de tout le temps qu'il a mis à parcourir la distance de Bourges à Orléans. La soustraction donnera donc, dans ce cas, l'intervalle réel des deux événements, augmenté du temps que le courrier a employé à parcourir la distance qui sépare Bourges d'Orléans, c'est-à-dire la ville la plus éloignée de la ville la plus rapprochée.

Si le second événement était arrivé dans la ville la plus rapprochée de Paris, il faudrait retrancher de la date correspondante à l'arrivée du courrier d'Orléans la date de l'arrivée du courrier de Bourges. Cette fois-ci, ce serait le nombre à soustraire qui se trouverait trop grand de toute la durée du trajet du courrier entre Bourges et Orléans. Soustraire un nombre trop grand d'un autre, c'est rendre la différence trop petite. Donc, en soustrayant de la date de l'arrivée du courrier d'Or-

s la date de l'arrivée du courrier de Bourges, on l'intervalle réel des deux événements diminué du ps que le courrier a employé à parcourir la distance deux villes.

dmettons enfin que, par la nature même des choses, s sachions que l'intervalle réel des deux premiers nements est exactement égal à l'intervalle réel des x autres. Les deux différences obtenues par les sous-tions, faites convenablement, des dates constatant rrivées des quatre courriers, seront l'une plus grande, re plus petite que l'intervalle réel des deux événe-ts, précisément de la même quantité : cette quan-est le temps du trajet du courrier entre Bourges et ans.

## CHAPITRE V

### TERMINATION DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE PAR LES ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER

evenons maintenant aux satellites de Jupiter pour iquer à la détermination de la vitesse de la lumière principes précédents.

es événements comparés seront une immersion de llite ayant eu lieu le jour de la conjonction et une ersion subséquente correspondante au jour de l'op-tion.

ans une seconde comparaison, nous prendrons pour nier événement l'émersion qui a lieu le jour de l'op-tion, et, pour second événement, l'émersion corres-dante au jour de la conjonction.

Le courrier, porteur de la première nouvelle, est le rayon de lumière qui, en partant de J (fig. 335), est arrivé en A. Le second courrier est celui qui, partant de J‴, est de même arrivé en A.

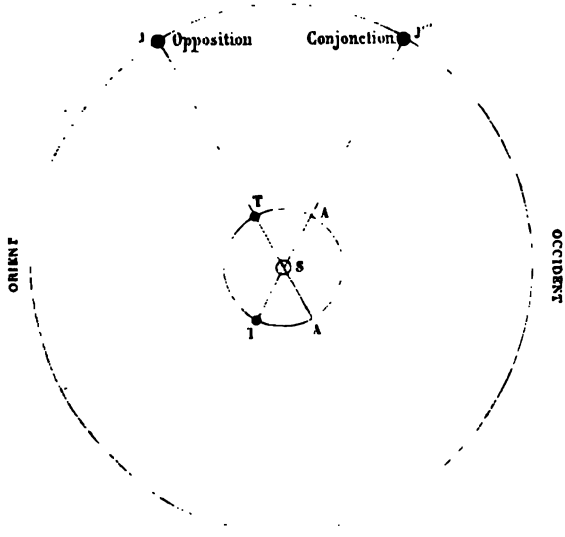



Fig. 335. — Détermination de la vitesse de la lumière par les éclipses des satellites de Jupiter.

Le second terme de comparaison se forme ainsi. Le courrier, ou le rayon de lumière, a eu à parcourir, pour apporter la nouvelle de l'émersion observée en J‴, l'intervalle TJ‴. Le second courrier, donnant des nouvelles de la seconde émersion, a parcouru l'intervalle TJ.

L'intervalle compris entre les immersions correspondantes à J et à J‴ étant la même, en réalité, que l'intervalle entre les émersions comprises entre J‴ et J, il devra y avoir entre ces deux intervalles une différence égale au temps que le courrier lumineux a employé à

:ourir la différence des deux distances TJ et TJ''', t-à-dire égale au temps dont la lumière a besoin pour chir l'intervalle TA. C'est, comme on le voit, de point ›oint l'application des résultats obtenus quand nous parions les nouvelles données par des courriers par- l'Orléans et de Bourges.

a différence entre les deux intervalles dont nous ›ns de parler est-elle sensible et au-dessus des erreurs ›servations ?

cette question nous répondrons que cette différence considérable, et qu'elle va jusqu'à 16$^{m}$ 32$^{s}$. La ière emploie donc 16$^{m}$ 32$^{s}$ à parcourir le diamètre entier de l'orbite terrestre; il lui faut 8$^{m}$ 16$^{s}$ pour chir la moitié de cet intervalle, ou pour venir du il à la Terre.

'oici à l'aide de quelles vérifications on s'assure que ›lication que nous avons donnée est très-fondée.

'intervalle compris entre deux immersions ou deux rsions du premier satellite augmente si la vitesse de ımière n'est pas infinie, lorsque Jupiter s'éloigne de erre; cet intervalle diminue, au contraire, quand il approche, d'une quantité égale au temps que la ière emploie à parcourir l'intervalle dont la planète ; approchée ou s'est éloignée de la Terre entre les ‹ observations. Or, la quantité dont Jupiter se ›roche de la Terre depuis la conjonction jusqu'à position, et la quantité dont il s'éloigne depuis l'op- tion jusqu'à la conjonction pendant la durée de la ›lution synodique d'un satellite, sont très-faciles à uler ; on pourra donc appliquer à ces révolutions la

correction dépendante de la vitesse de la lumière dans la supposition qu'il faille 8m 16s pour que la lumière franchisse l'intervalle qui sépare le Soleil de la Terre.

Quand on a opéré ces corrections, on trouve que les révolutions synodiques des satellites sont exactement égales entre elles. Cette parfaite égalité justifie l'explication à laquelle nous nous étions arrêté; elle montre de plus que la lumière a dû se mouvoir uniformément dans toute l'étendue de l'espace compris par l'orbite de Jupiter.

## CHAPITRE VI

### HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE

La détermination de la vitesse prodigieuse avec laquelle la lumière se meut dans l'espace est un des plus beaux résultats de l'astronomie moderne. Les anciens croyaient cette vitesse infinie. Cette opinion fut partagée par Descartes au XVIIe siècle. La pensée que la lumière doit employer un temps quelconque pour se propager se trouve indiquée dans le deuxième livre du *Novum organum* de François Bacon.

Les diverses déterminations obtenues par les astronomes furent, du reste, longtemps très-discordantes. Duhamel donnait environ un quart d'heure pour le temps que la lumière emploie pour parcourir le rayon moyen de l'orbite terrestre; Horrebow trouva 14m 7s, Cassini 14m 10s, Newton 7m 30s, Delambre 8m 13s. Le nombre de 8m 16s que nous adoptons, étant le temps employé à franchir une distance de 38,230,496 lieues de 4,000

·es, correspond à une vitesse de 77,076 lieues par nde.

a découverte proprement dite de la mesurabilité de : vitesse a été faite en 1675 par Rœmer, qui a cal- une valeur approchée du temps que met à nous enir la lumière réfléchie par le premier satellite de ter.

n est étonné, en étudiant l'histoire de l'astronomie, voir que Jean-Dominique Cassini, qui avait d'a- l, conjointement avec Rœmer, admis la propagation essive de la lumière pour faire concorder les éclipses rvées vers l'opposition avec celles qu'on observe de la conjonction, ait renoncé à cette théorie. Mais ut remarquer, à la décharge du grand astronome, le mouvement de révolution synodique du premier llite avait seul l'uniformité indiquée par la théorie, e plus que les éclipses des autres satellites ne s'ob- aient pas avec toute la précision désirable, à cause a lenteur de leur mouvement et de leur passage dans ône d'ombre.

## CHAPITRE VII

### ABERRATION DES ÉTOILES

'outes les étoiles éprouvent des déplacements annuels à la position de la Terre dans son orbite, à la situa- de ces astres relativement au plan de l'écliptique. déplacements s'enchaînent suivant des lois mathé- iques très-remarquables. Une étoile située au pôle l'écliptique paraît décrire tous les ans, c'est-à-dire

exactement pendant la durée de la révolution de la Terre autour du Soleil, une circonférence de cercle dont le rayon est de 20″.44.

Si l'on suppose l'écliptique et ce petit cercle divisés l'un et l'autre en 360 degrés qui se correspondent, l'étoile sera toujours à 90° de la position que la Terre occupe. Ainsi, la Terre étant à 0° de son orbite, l'étoile est située au 90e degré de la courbe suivant laquelle elle paraît se déplacer. Quand la Terre vient occuper le 90e degré de l'écliptique, l'étoile se voit au 180e degré de sa petite orbite annuelle, et ainsi de suite.

Considérons maintenant une étoile placée non plus au pôle, mais dans le plan même de l'écliptique : celle-là semblera osciller suivant une ligne droite entièrement située dans le même plan et dont la longueur sera de 40″.88.

Aux deux époques de l'année séparées par un intervalle de six mois, pendant lequel la Terre paraît marcher soit pour s'approcher, soit pour s'éloigner de l'étoile, l'astre occupe le milieu de cette ligne droite de 40″.88 de longueur apparente.

Les plus grandes excursions de 20″.44 à droite ou à gauche de ce point milieu correspondent aux moments où la Terre, dans son mouvement de circulation autour du Soleil, est parvenue aux deux extrémités du diamètre de l'orbite terrestre qui, prolongé, passerait par l'étoile.

Envisageons enfin des étoiles situées entre l'écliptique et son pôle. Chacune d'entre elles décrira une ellipse d'autant plus aplatie qu'elle sera plus près du plan de

iptique, et d'autant plus voisine d'être un cercle elle se rapprochera davantage du pôle de cette même ptique. Le plus grand diamètre de toutes ces courbes invariablement de 40″.88.

De la circonstance que les étoiles décrivent des courbes érentes, et dont les grands axes sont diversement ntés, il résulte géométriquement que leurs distances ulaires respectives changent continuellement pendant période de 365 jours 1/4, et qu'après que l'année révolue, tout revient à l'état primitif.

On a expliqué très-ingénieusement ces déplacements uels, quant à leurs valeurs numériques et aux direc- s suivant lesquelles ils s'opèrent, par la combinaison mouvement de la Terre et du mouvement de la ière. On leur a donné le nom d'*aberration*.

## CHAPITRE VIII

### THÉORIE DE L'ABERRATION

Pour rendre intelligible l'explication de l'aberration, s prendrons d'abord un exemple familier.

Soit le tube CD (fig. 336). Supposons qu'on le ferme s sa partie supérieure par une mince plaque métal- e percée dans son centre d'une très-petite ouverture et que, dans la partie correspondante de l'ouverture rieure, se trouve placée une petite plaque opaque B la largeur de l'ouverture A, qui soit maintenue dans position par des traverses aboutissant aux côtés du . Supposons enfin qu'une molécule soit lancée dans

l'intérieur du tube par l'ouverture supérieure A, et demandons-nous quelle direction doit avoir le tube pour qu'en arrivant à son extrémité inférieure ladite molécule soit arrêtée par la petite plaque B? Il y a ici plusieurs cas à considérer. Admettons en premier lieu, pour fixer

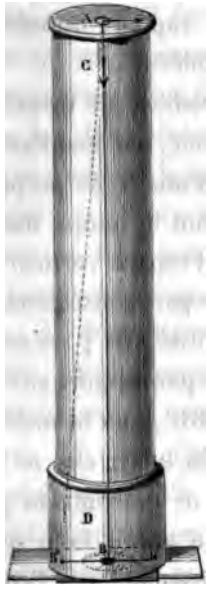



Fig. 336. — Explication de l'aberration dans le cas de deux mouvements perpendiculaires.

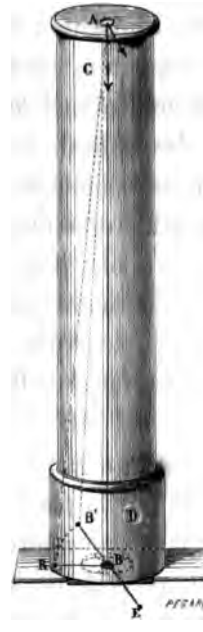



Fig. 337. — Explication de l'aberration dans le cas de mouvements obliques.

les idées, que le tube soit immobile, et que la molécule se meuve verticalement, que ce soit, par exemple, une goutte de pluie tombant par un temps parfaitement calme. Il est alors évident que pour satisfaire à la condition de rencontrer la plaque B, la ligne AB devra être verticale; c'est alors seulement que la molécule qui a traversé la

ue supérieure tombera en B en arrivant à la limite
rieure du tube, n'ayant pas quitté la ligne AB dans
mouvement descendant. Ainsi, dans ce cas, l'axe du
fera connaître la direction AB suivant laquelle la
écule l'a parcouru. Il n'en sera pas ainsi si le tube
animé d'un mouvement de translation, et si cette
sse de translation est dans un rapport appréciable
la vitesse dont est animée la molécule.

maginons d'abord que ce mouvement de translation
ube s'exécute de gauche à droite, de manière que
un de ses points ne sorte pas d'une ligne perpendi-
ire à AB. Admettons que pendant le temps dont la
écule a besoin pour parcourir l'espace vertical AB,
laque inférieure du tube et, par conséquent, le
t B s'avance d'une petite quantité BB′; ce sera à
he de cette plaque B, considérée par rapport au tube,
n point B″, BB″ étant égal à BB′, que la molécule
iendra à l'extrémité inférieure du tube; elle ne sera
arrêtée par la plaque B qu'elle ne rencontrera pas;
que cette rencontre eût lieu, il aurait fallu qu'au
ent du passage de la molécule tombant par l'ouver-
A, la plaque B fût située non plus dans la verti-
AB, mais sur la ligne AB″, AB étant à BB″ comme
itesse de la molécule tombante est à la vitesse de
ue point du tube mesurée dans une direction perpen-
laire à AB.

ligne AB″ satisfaisant à la condition que la molé-
pénétrant dans le tube par l'ouverture A, serait
ée par la plaque en B″, n'indiquerait pas, dans ce
la direction de la chute de la molécule.

Supposons maintenant que chaque point du tube se meuve avec la vitesse précédente, non plus perpendiculairement à la ligne AB, mais dans une direction oblique et parallèle à la ligne BE (fig. 337). Dans ce cas, si l'on veut que la molécule qui a passé par l'ouverture A soit arrêtée par la plaque B lorsque cette plaque parviendra en E, il faudra d'abord que la plaque ne se trouve pas originairement sur la ligne AB ; que, de plus, elle soit en un point B′ situé à gauche de cette ligne AB, et que les deux côtés AB et BB′ du triangle ABB′ soient entre eux comme la vitesse de la molécule est à la vitesse du point B ; ce sera alors seulement que la molécule, en arrivant en B, y rencontrera la plaque B.

Il faudra bien remarquer que l'angle BAB′, que nous venons de déterminer pour le cas du mouvement oblique du tube, est plus petit pour des vitesses égales que l'angle correspondant au mouvement du tube perpendiculaire à la ligne AB ; en effet, ce dernier angle se déterminerait, ainsi qu'on l'a vu précédemment, en menant par le point B une ligne perpendiculaire à BA, et prenant sur cette ligne un point R éloigné de AB d'une quantité égale à BE, ce qui place le point R à gauche du point B′.

Il est un cas, outre celui que nous avons déjà considéré du repos absolu du tube, dans lequel la ligne AB restant verticale jouira de la propriété que la molécule passant par A rencontre la petite plaque inférieure : ce sera celui où le tube, quelle que soit sa vitesse, se meut précisément dans la direction BA.

Tout ce que nous venons de dire d'une molécule matérielle passant par l'ouverture A et aboutissant au repère

inférieur B, pourra s'appliquer sans modification au cas où l'on observe une étoile avec une lunette. La molécule matérielle tombante deviendra alors une molécule lumineuse partant de l'étoile ; l'ouverture A sera le centre optique de l'objectif; enfin la plaque B sera le point de croisement des deux fils opaques placés au foyer derrière lequel l'image observée de l'astre vient se placer et même disparaître quelquefois.

Les rayons qui tombent sur l'objectif, tout autour de son centre optique, ne font que changer l'intensité de l'image totale sans altérer en rien l'exactitude de la comparaison que nous avons cherché à établir entre le tube et la lunette.

Voyons maintenant si le rapport entre la vitesse de la Terre et la vitesse de la lumière est assez grand pour que, dans le maximum d'effet, la ligne AB s'éloigne sensiblement de celle qui aboutit à l'étoile.

Si la Terre est une planète, elle parcourt tous les ans une orbite à peu près circulaire dont le rayon est de 38 millions de lieues, et dont la circonférence par conséquent est égale à 239 millions de lieues ; en divisant ce nombre par celui des secondes dont l'année se compose, on trouve que la Terre parcourt en une seconde de temps 7 lieues 6 dixièmes, tandis que la lumière franchit dans le même intervalle 77,000 lieues. La vitesse de la Terre se trouve ainsi être en nombre rond la dix-millième partie de la vitesse de la lumière. En revenant à la figure 336, dans laquelle la ligne AB est perpendiculaire à la direction BB′, nous aurons AB est à BB′ comme 10,000 est à 1. On trouve ainsi par la trigonométrie ou par une

simple construction graphique que l'angle B''AB égale 20''.44 de degré.

La belle théorie que nous venons d'exposer est due à Bradley.

Il résulte de tout ceci, comme on voit, que si la Terre se meut, la ligne AB (fig. 338), ou l'axe optique de la

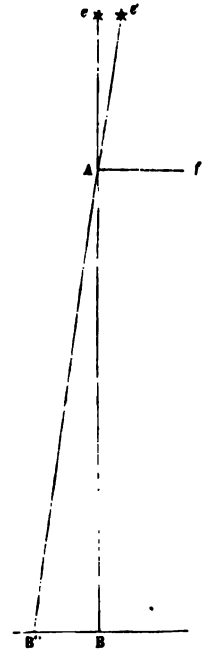



Fig. 338. — Effet de la combinaison de la vitesse de la lumière et de la vitesse de la Terre sur la position apparente des étoiles.

lunette, n'indique pas la direction suivant laquelle les rayons de lumière d'un astre *e* nous parviennent. On voit même que dans le cas où les rayons nous arrivent perpendiculairement à la direction A*f* suivant laquelle la Terre se meut, l'étoile *e*, à en juger par la direction de

;ne AB″, paraîtra en $e'$ de 20″.44 plus avancée que
ɔsition réelle, comme si le mouvement de la Terre
it refoulée dans le sens où notre globe se meut.
ıand la Terre, considérée dans notre écliptique, se
ıcera du nord au sud, l'étoile paraîtra au midi de
:ritable place; elle semblera au nord de cette même
: lorsque la Terre, à six mois d'intervalle, se mou-
lu midi au nord. Si l'on considère la Terre quand
se meut de l'occident à l'orient, l'étoile paraîtra à
:nt de sa véritable place, et, quand après six mois
ervalle, notre mouvement s'effectuera d'orient à
ident, ce sera à l'occident de sa véritable place
l'étoile semblera située.
:marquons maintenant qu'il résulte d'une multitude
servations que nous avons rapportées, que les
:nsions de l'orbite parcourue par la Terre sont insen-
s relativement à la distance des étoiles, en sorte que
les phénomènes qu'on observe dans les positions
la Terre vient occuper sur tous les points de son
e seraient exactement les mêmes si un observateur
placé au centre de l'écliptique. Eh bien, supposons
n astronome occupe cette position centrale et qu'il
rve une étoile située sur une perpendiculaire au plan
'orbite terrestre; en d'autres termes, une étoile
e au pôle de l'écliptique. En vertu du mouvement
:rration, quand la Terre se mouvra du nord au midi,
le sera à 20″.44 au midi de sa position réelle;
d la Terre se mouvra du midi au nord, l'étoile pa-
ı à 20″.44 au nord de sa véritable position; cette
e étoile paraîtra à 20″.44 à l'est ou à 20″.44 à l'ouest

de la place qu'elle occupe réellement, lorsque la Terre se mouvra de l'ouest à l'est ou de l'est à l'ouest. Un raisonnement semblable s'appliquerait aux tangentes diversement orientées que la Terre parcourt dans l'intervalle d'une année. Il est clair que si l'on fait passer une courbe par toutes les positions apparentes de l'étoile, elle sera une circonférence de cercle ayant pour centre le pôle de l'écliptique et dont le rayon égalera 20″.44. Si l'on divise ce cercle et celui que la Terre parcourt dans le plan de l'écliptique en 360 degrés qui se correspondent en ce sens que les divisions analogues seront situées dans une série de plans perpendiculaires au plan de l'écliptique et passant par la ligne des pôles, ce qui s'effectuera en menant à la ligne aboutissant au pôle de l'écliptique et par les deux divisions, 360 plans, il est évident que la position apparente de l'étoile sur la circonférence de cercle qu'elle semble parcourir annuellement, sera toujours à 90° de la place que la Terre occupe dans son orbite.

On a vu que c'est là précisément une des lois expérimentales déduites par Bradley de l'ensemble de ses admirables observations. L'accord ne serait pas moins parfait, si, au lieu de prendre une étoile située au pôle de l'écliptique, nous choisissions un astre situé dans l'écliptique ou dans toute autre position intermédiaire.

On demandera peut-être comment on connaît la position réelle d'une étoile? Je répondrai qu'elle est invariablement au milieu de deux positions diamétralement opposées; que le plus grand diamètre des orbites apparentes étant de 40″.88, c'est à 20″.44 d'une des deux extrémités qu'est la vraie place de l'étoile.

## CHAPITRE IX

### HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE L'ABERRATION

Picard est, je crois, le premier qui ait reconnu qu'une étoile, la Polaire, subissait des déplacements sensibles dont la période était d'une année, et qui ne pouvaient pas être attribués à la parallaxe annuelle; mais c'est Bradley qui a eu le mérite de constater que toutes les étoiles éprouvaient de pareils mouvements; c'est à lui que revient aussi l'honneur infini d'en avoir assigné les lois et trouvé les causes physiques.

La découverte de l'aberration, de son observation, de sa théorie, est sans contredit l'une des plus belles découvertes dont l'astronomie moderne puisse se glorifier.

Dans l'explication de l'aberration, quelques auteurs, Euler, entre autres, se servent de la composition des mouvements qui s'opèrent dans l'œil. Les rayons partis d'une étoile, disent-ils, frappent l'œil du spectateur suivant la ligne qui joint cet organe à l'étoile; mais comme l'œil n'est pas en repos et qu'il avance, suivant la direction de la tangente à l'orbite terrestre, l'effet des rayons en sera altéré; la ligne suivant laquelle l'étoile sera vue s'obtiendra par la composition de deux mouvements, comme on le fait à l'égard de la direction du coup dans la collision des corps.

Cette manière de déterminer l'angle d'aberration par le principe du parallélogramme des forces n'est pas conforme au point de vue sous lequel Bradley avait envisagé le phénomène. On raconte même qu'il éprouva un

très-vif déplaisir lorsque quelqu'un lui ayant fait part de cette explication, lui fit entrevoir que la vitesse qu'il faudrait combiner avec celle de la Terre pour trouver l'angle sous lequel la rétine devait paraître recevoir l'impression des rayons lumineux, ne serait pas la vitesse de la lumière dans l'espace, mais celle que possède cette même lumière lorsqu'elle se meut dans les humeurs de l'œil, ce qui détruisait l'accord que l'illustre astronome avait trouvé entre l'angle maximum d'aberration conclu de ses observations et celui auquel on arrivait par l'emploi de la vitesse de la lumière déduite par Rœmer des éclipses du premier satellite de Jupiter. Je ne consigne ici cette remarque que pour montrer combien on a eu tort de substituer des considérations tirées de la théorie du choc à l'explication très-simple que nous avons donnée du phénomène, et qui, du reste, n'est presque que la répétition textuelle de celle qu'a présentée Bradley lui-même dans ses immortels Mémoires insérés dans les *Transactions philosophiques*, et que Clairaut a donnée ensuite.

Les mouvements des étoiles fixes dont il est question ici ont été appelés *aberration*, parce que les étoiles qui les éprouvent, dit Fontenelle, semblent s'égarer çà et là.

## CHAPITRE X

### ÉGALITÉ DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE ÉMANANT DES DIVERS CORPS

D'après l'explication du phénomène stellaire dont nous nous sommes occupés dans ce livre, il est clair que si les lumières partant de deux étoiles avaient des vitesses

érentes, les courbes apparentes décrites par ces étoiles uellement, n'auraient pas les mêmes amplitudes; en ıtres termes, que leur plus grand diamètre ne serait s de 40″.88. Une dissemblance entre les aberrations ervées de deux astres serait donc un indice certain ne différence entre les vitesses des rayons qui en éma- t. Malheureusement ce moyen d'investigation n'est très-précis : il faudrait, en effet, que la vitesse du on d'une étoile surpassât d'un vingtième celle des ons d'une seconde étoile pour que l'aberration de cette nière étant de 20, l'aberration de la première fût uite à 19. L'aberration générale étant de 20″.4, une érence de 1 dixième de seconde, c'est-à-dire 1/204e différence entre les aberrations, n'indiquerait qu'une érence de 1/204e entre les vitesses respectives des ières provenant des deux astres comparés.

'ai fait voir, il y a un demi-siècle, par des expériences ctes sur les déviations éprouvées par les rayons lumi- x pénétrant dans les corps diaphanes, que la lumière venant de diverses étoiles, du Soleil, de la Lune, des ètes et des diverses sources terrestres, se meut avec vitesse identique, ou que du moins, s'il existe quel- s différences, elles ne peuvent altérer en rien l'exacti- e des observations astronomiques qui admettent l'iden- de vitesse.

Quelques astronomes ont cru arriver, dans la déter- ation de la valeur de l'aberration des étoiles, à une cision supérieure à 1/10e de seconde; aussi ont-ils des différences de cet ordre données par les obser- ons, la conséquence qu'il existe diverses étoiles don-

les lumières nous arrivent avec des vitesses qui diffèrent entre elles de plus de 1/204e. On verra tout à l'heure un moyen de soumettre cette conclusion à l'épreuve d'une expérience indirecte mais décisive.

L'aberration dépendant de la vitesse de la lumière, il est clair que si les rayons de différentes couleurs dont la lumière blanche se compose, se mouvaient avec des vitesses dissemblables, chacun de ces rayons éprouverait une aberration particulière qui le séparerait des autres; l'étoile, semblable à un petit spectre prismatique, paraîtrait toujours un peu allongée dans un sens parallèle au déplacement de la Terre. Remarquons, cependant, qu'il faudrait une différence de vitesse de 1/20e entre les rayons rouges et les rayons violets pour que le spectre acquît une longueur d'une seule seconde, et que la détermination d'une si petite quantité n'est pas exempte de difficultés. J'ai, du reste, montré précédemment par la considération des étoiles variables (liv. IX, chap. XXV, t. I, p. 407), que l'on peut regarder comme certain que les rayons de différentes couleurs se meuvent dans les espaces célestes avec la même vitesse.

## CHAPITRE XI

### ABERRATION DES PLANÈTES

Le phénomène de l'aberration des étoiles, découvert et expliqué par Bradley, étant, comme nous venons de le voir, l'effet de la combinaison du mouvement de la Terre avec le mouvement de la lumière au moment où celle-ci

pénètre dans la lunette, il est indubitable que l'aberration s'exercera tout aussi bien sur la lumière réfléchie provenant d'une planète que sur la lumière émanant directement d'une étoile, puisque l'une et l'autre de ces deux lumières ont la même vitesse; ainsi, les positions des planètes seront affectées de l'aberration suivant les mêmes lois que les positions des étoiles semblablement placées. Il est une autre cause qui affecte les positions des planètes et qu'on a considérée à tort comme dépendante de l'aberration constatée par Bradley. Cette cause, je vais l'indiquer en deux mots. Une planète occupant momentanément dans l'espace une position déterminée, lance vers la Terre un rayon lumineux; ce rayon se mouvant en ligne droite, lorsqu'il arrive à l'œil de l'observateur, est dirigé vers la place que la planète occupait au moment de son départ. Mais le rayon a employé un certain temps à nous parvenir; dans ce temps la planète, puisqu'elle a un mouvement propre, se déplace d'une certaine quantité; la direction du rayon n'indique donc pas la position actuelle de la planète, mais cette position au moment du départ : cette aberration, puisque aberration il y a, existerait lors même que la Terre serait immobile dans l'espace. Il faut, pour en calculer la valeur, connaître la distance de la planète à la Terre et sa vitesse propre ; ce n'est qu'aux dépens de la clarté que les auteurs des Traités d'astronomie ont souvent confondu cette correction avec l'aberration des étoiles.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

## CHAPITRE XII

### LE PHÉNOMÈNE DE L'ABERRATION CONSIDÉRÉ COMME UN MOYEN DE DÉTERMINER LA DISTANCE DE LA TERRE AU SOLEIL

Nous avons vu que l'angle maximum d'aberration s'obtient en formant un triangle dont deux côtés sont la vitesse de la Terre dans son orbite, et la vitesse de la lumière. Cet angle d'aberration est, ainsi que nous l'avons trouvé, de 20″.44.

Telle est la liaison nécessaire de ces trois quantités, l'angle d'aberration, la vitesse de la lumière et la vitesse de la Terre, que deux d'entre elles étant connues, on peut toujours, par le calcul, en déduire la troisième.

Supposons que, par un moyen quelconque, on parvienne à déterminer la vitesse de la lumière, ou l'espace qu'elle franchit dans l'intervalle d'une seconde, l'angle d'aberration étant de 20″.44, on en conclurait quel doit être en lieues, dans l'intervalle d'une seconde, l'espace rectiligne, ou à peu près rectiligne, parcouru par la Terre dans son orbite. Or, cet espace est évidemment proportionnel au rayon de l'orbite ou à la distance du Soleil à la Terre exprimée en lieues. Le temps que notre globe emploie à revenir au même point de son orbite est connu par des observations tout à fait indépendantes de la parallaxe du Soleil ; dès lors on peut, sans faire un cercle vicieux, déterminer l'arc qu'il parcourt dans une seconde de temps ; mais cet arc, considéré comme une ligne droite, sera proportionnel à la distance de la Terre au Soleil. Nous savons donc quelle doit être cette dis-

e, pour que l'espace parcouru en une seconde, com-
avec l'espace rectiligne que franchit la lumière dans
ême temps, donne lieu à l'angle d'aberration déduit
bservations directes.

la vitesse de la lumière qu'on emploie dans ce cal-
est exacte, la vitesse correspondante de la Terre, et
équemment la distance de l'orbite de notre globe au
l, s'en déduira avec précision. Il résulte d'expé-
ces faites par M. Fizeau à l'aide de moyens de son
ntion très-ingénieux, qu'on peut déterminer la vitesse
lumière par des observations faites sur la Terre à
ourtes distances, comme la distance de Suresnes à
martre, par exemple. En répétant ces observations
des appareils mécaniquement plus parfaits, on
ra un jour, sans sortir de Paris et de sa banlieue,
er cette parallaxe du Soleil qui, vers le milieu du
e dernier, donna lieu à des voyages si longs, si loin-
, si pénibles, et à tant de dépenses.

ai cru que le lecteur ne serait pas fâché de voir
cet exemple remarquable quel parti le progrès des
ères permet de tirer un jour donné de liaisons théo-
s qui semblaient devoir rester à jamais dans le
aine des pures spéculations.

## CHAPITRE XIII

### SURE DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE PAR DES OBSERVATIONS FAITES SUR LA TERRE A DE COURTES DISTANCES

e complément nécessaire du chapitre précédent sera
ication de la méthode employée par M. Fizeau.

ɔur résoudre le problème, en apparence insoluble, qu'il 'était proposé.

Depuis les tentatives faites sans succès par Galilée, il levait paraître inutile de chercher à mesurer la vitesse le la lumière par des expériences directes faites sur ı Terre. Dans le premier des dialogues *delle scienze uove*, Galilée fait énoncer par Salviati, un des trois ıterlocuteurs, les épreuves très-ingénieuses qu'il avait nployées, et qu'il croyait propres à résoudre la questɔn. Deux observateurs, avec deux lumières, avaient été acés à environ 1,800 mètres de distance : l'un d'eux, à ı instant quelconque, éteignait sa lumière ; le second uvrait la sienne aussitôt qu'il ne voyait plus l'autre ; ıis comme le premier observateur voyait disparaître la ɔonde lumière au même moment où il cachait la sienne, ılilée en conclut que la lumière se transmet dans un tant indivisible à une distance double de celle qui sépat les deux observateurs. Des expériences analogues ɜ firent les membres de l'Académie del Cimento, mais ır des distances trois fois plus considérables, conduiɜnt à un résultat identique.

M. Fizeau, en 1849, a été plus heureux que ses illusɜ devanciers du XVII^e siècle. Il a remarqué d'abord que 'on fait tourner avec une grande rapidité une roue tant à sa circonférence des dents également espacées, cune de ces dents mettra à franchir l'intervalle vide la sépare de la dent consécutive un temps très-petit l'on pourra toutefois mesurer, si l'on connaît la vitesse rotation de la roue. Supposons, par exemple, qu'une e fasse 10 tours par seconde, et qu'une dent oc-

cupe la millième partie de sa circonférence, chaque dent passera évidemment par le même point de l'espace, en un dix-millième de seconde; on pourra facilement obtenir en décuplant la vitesse de la roue, une durée de un cent-millième de seconde pour le temps employé par une dent pour passer au même point déterminé. Voilà donc des temps très-courts parfaitement mesurés. On conçoit que M. Fizeau était certain par cette méthode de diviser le temps en intervalles assez petits pour que la lumière ne parcourût plus, malgré la grandeur de sa vitesse, que des espaces assez petits pendant de tels instants.

Imaginons maintenant qu'un rayon de lumière traverse l'intervalle laissé entre deux dents consécutives d'un disque tournant, aille se réfléchir au loin sur un miroir, et revienne pour passer par le même point de l'espace. Le disque étant en mouvement, on conçoit qu'en ce point il pourra se trouver une dent qui interceptera la lumière. On pourra donc connaître le temps que la lumière aura mis à aller et à revenir, puisque l'on connaît le temps employé par les dents du disque tournant à franchir les intervalles vides qui les séparent les unes des autres.

M. Fizeau a trouvé le moyen de réaliser les conditions précédentes dans le système de deux lunettes L et L′ dirigées l'une vers l'autre (fig. 339, p. 416), de manière que l'image de l'objectif de chacune d'elles se forme au foyer de l'autre. Un miroir *m* est placé au foyer de la lunette L″; entre le foyer et l'oculaire de la lunette L se trouve en K une glace transparente inclinée de 45 degrés sur l'axe et pouvant recevoir la lumière émanée d'une lampe V et rendue convergente en K par la lunette L′.

Un faisceau de rayons partant de V arrive ainsi converger en K, d'où émane par réflexion un nouveau faisceau formant à la sortie de la lunette L une colonne de rayons parallèles qui vont se concentrer au foyer *m* de la lunette L″ pour se réfléchir, sortir de nouveau de cette dernière lunette, pénétrer par l'objectif dans la lunette

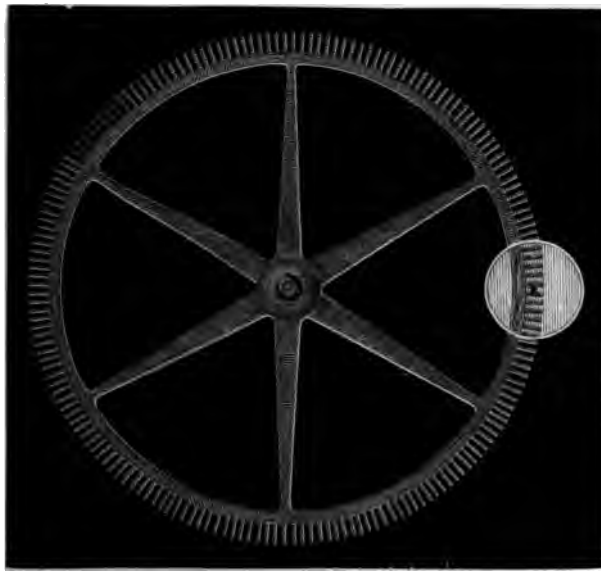


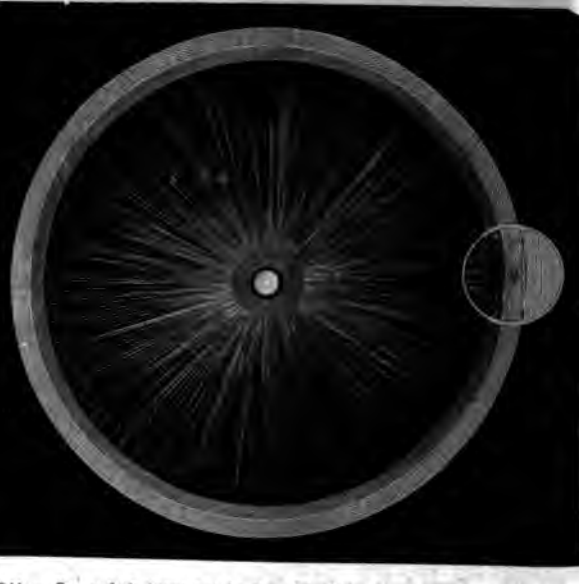
Fig. 340. — Coupe de la lunette et du disque denté au repos dans l'appareil de M. Fizeau.

L et laisser apercevoir à travers la glace K, par l'oculaire *o*, l'image réelle du pinceau primitif.

Cette disposition a très-bien réussi avec des lunettes de 6 centimètres d'ouverture seulement. La première lunette L était placée dans le belvédère d'une maison située à Suresne, la seconde L″ sur la hauteur de Montmartre,

e distance de 8,633 mètres. On voyait par l'oculaire point lumineux semblable à une étoile et formé par a lumière qui, partie de K, avait traversé un espace 7,266 mètres et était revenue passer exactement par ême point avant de parvenir à l'œil.

'est sur ce même point que M. Fizeau a fait passer les



. 341. — Coupe de la lunette et du disque denté en mouvement avant la première éclipse du point lumineux dans l'appareil de M. Fizeau.

s d'un disque tournant R, pénétrant dans la lunett vant de K par une échancrure.

e disque tournant reçoit son mouvement de poid urs P, descendant à l'extrémité d'une corde enroulé un barillet A. Sur ce barillet est montée une rou ée B qui conduit un pignon C. Ce pignon à son tou

mène la roue D, qui engrène avec le second pignon E monté sur le même axe que la roue dentée F. Cette dernière roue mène le pignon G qui donne le mouvement à la roue H. Le disque denté R doit sa rotation au pignon I qui engrène avec la roue H. Le mouvement a lieu sans intermittence, les engrenages, construits avec toute l'ha-

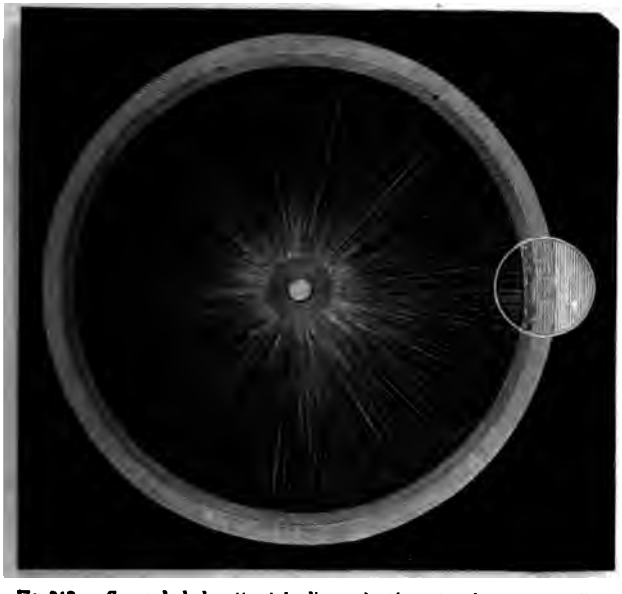


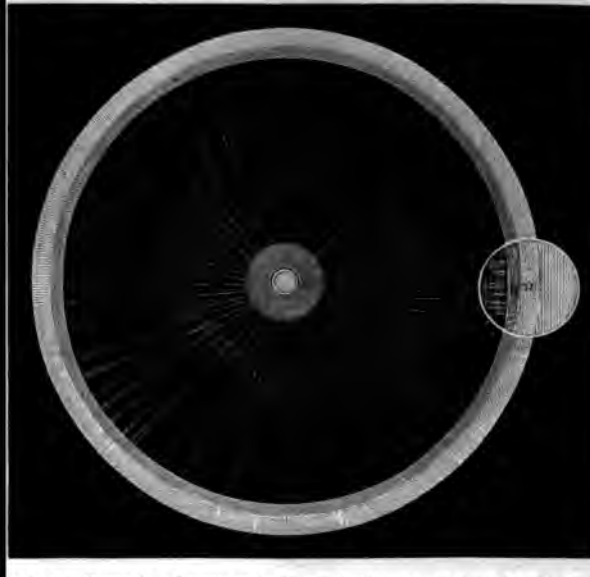
Fig. 342. — Coupe de la lunette et du disque denté pendant la première éclipse du point lumineux dans l'appareil de M. Fizeau.

bileté que l'on connaît à M. Froment, étant helicoïdaux.

Un frein J que l'on presse à volonté par le moyen d'une vis, permet de régulariser le mouvement, dont la vitesse peut être rendue extrêmement grande si l'on augmente suffisamment les poids P.

L'expérience réussit très-bien. Dans l'état de repos

disque denté on voit nettement le point lumineux . 340) ; lorsque le disque tourne avec une certaine sse, l'éclat du point lumineux diminue (fig. 341) ; il lipse totalement pour une vitesse suffisamment grande . 342). Dans les circonstances où l'expérience a été e, une première éclipse se produit vers 12.6 tours



g. 343. — Coupe de la lunette et du disque denté pour une vitesse double de celle qui a produit la première éclipse dans l'appareil de M. Fizeau.

seconde. Pour une vitesse double, le point brille de veau (fig. 343) ; pour une vitesse triple, il se produit deuxième éclipse ; le point brille de nouveau pour vitesse quadruple, et ainsi de suite.

l ne reste, comme on voit, qu'à connaître exactement itesse de rotation pendant chaque éclipse totale du

nt lumineux. Un compteur Z, que l'on fait à cet effet brayer avec l'appareil au moment où il est réglé, me le nombre de tours effectué pendant un temps rqué par un chronomètre à pointage.

Les premiers essais de M. Fizeau ont fourni une vitesse seconde de 78,841 lieues de 4,000 mètres chacune, eur qui n'est que peu différente de celle déduite de bservation des éclipses des satellites de Jupiter.

Le grand appareil qui a été construit sous la direction s commissaires de l'Académie des sciences permettra répéter les belles expériences de M. Fizeau avec toute xactitude que commande l'intérêt des sciences.

## CHAPITRE XIV

### TERMINATION DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE PAR L'OBSERVATION DES PHASES D'ALGOL

us avons vu qu'Algol ou β de Persée (liv. IX, chap. . I, p. 398) est ordinairement de deuxième gran- mais que son éclat variable s'affaiblit jusqu'à n'être ne de quatrième grandeur, pour repasser à la troi- puis à la deuxième durant un second intervalle de durée. Cette étoile ne change pas d'éclat peu à omme la plupart des étoiles variables; elle reste ment de deuxième à troisième grandeur pendant et 13 heures, et elle emploie de 7 à 8 heures croître, descendre à la quatrième grandeur et être de deuxième à troisième grandeur, éclat nserve de nouveau à peu près constant pendant

urs et 13 heures environ. Nous avons annoncé (liv. IX, p. XXV, t. I, p. 408) que, d'après ces faits, quelques fectionnements dans l'intensité de la lumière des étoiles iables pourraient conduire à une détermination directe la vitesse de la lumière. Voyons maintenant comment bservation des phases d'Algol pourrait se prêter à une eille mesure.

Si, par exemple, la durée de la période de variation lgol, durée un peu variable avec le temps, est de ieures et demie, il arrive qu'en 105 minutes, moitié 3 heures et demie, Algol s'élève de la quatrième à la isième grandeur, il ne faut que 105 minutes pour que lat de cette étoile double. Si la variation était propor- nnelle au temps, à chaque minute correspondrait 05ᵉ d'augmentation; mais au moment où l'astre est troisième grandeur, s'opèrent les plus rapides chan- nents. Peut-être même la variation, à cette époque, ive-t-elle à être double de la variation moyenne; t-être monte-t-elle à 1/52ᵉ par minute; 1/52ᵉ est variation d'intensité saisissable à la simple inspec- n; ainsi l'on pourrait déterminer les moments de la se intermédiaire d'Algol, les moments du passage cette étoile par la troisième grandeur, à la préci- n d'une minute. Quelques perfectionnements dans les yens de mesure photométrique permettraient proba- ment d'aller jusqu'à la moitié ou au quart de cette ntité.

Nous voilà presque arrivés à la précision dont les obser- ions des éclipses des trois derniers satellites de Jupiter t susceptibles. Rien n'empêchera donc que nous ne

produisions, à l'aide des observations d'Algol, les com-
naisons qui conduisirent Rœmer à la détermination de
vitesse de la lumière. Seulement, le célèbre astronome
ɔérait sur de la lumière réfléchie, et il ne sera ici ques-
on que de lumière directe; seulement, les satellites
onnaient la vitesse d'une lumière venant du Soleil, et
ous trouverons la vitesse de la lumière venant d'une
oile.

Les causes, quelle qu'en soit la nature, qui, dans la
gion d'Algol, font passer successivement cette étoile de
deuxième à la troisième grandeur, ou de la quatrième
la troisième, se manifestent à nous après un temps égal
celui que la lumière emploie à venir de cette région à
Terre. Il faut bien, en effet, pour que nous apprenions
changement survenu aux confins du firmament, atten-
l'arrivée du courrier lumineux qui nous en apporte la
velle. Ainsi, il y a lieu à distinguer soigneusement le
nent où par sa rotation ou par l'interposition d'un
s opaque, etc., l'étoile devient de troisième grandeur
ment, et celui où elle le devient pour la Terre. Le
ier moment est celui du phénomène réel ; l'autre est
ment du phénomène apparent.

posons que l'étoile et la Terre soient immobiles; le
de la transmission de la lumière restera constant.
cas contraire il y aura variation. Ainsi, la Terre
e-t-elle graduellement de l'étoile, le temps écoulé
phénomène réel et le phénomène observé de-
de plus en plus grand. L'inverse aura lieu évi-
t si la Terre et l'astre se rapprochent.

rre est-elle une planète, dans son mouvement

nuel elle s'éloignera d'Algol pendant six mois consécu-
s ; elle s'en rapprochera pendant les six mois restants.
Observons l'instant du passage de l'étoile par la troi-
ème grandeur, le jour où la Terre est le plus près pos-
ble de cet astre. Observons la même phase à six mois
là, ou quand la Terre se trouve à son maximum de
stance de l'étoile. Rapportée, comparée au phénomène
el, cette seconde observation sera plus tardive que la
emière, de tout le temps que la lumière aura employé à
rcourir le nombre de kilomètres dont la Terre s'est
ignée de l'étoile entre la première et la seconde station.
retranchant la première observation de la seconde,
trouvera donc pour résultat l'intervalle réel qui s'est
oulé entre les deux phases, augmenté du temps que
lumière a dû employer à parcourir un chemin égal
nombre de kilomètres exprimant la différence entre
plus grande et la moindre distance de la Terre à
gol.

Si l'on prenait pour première observation celle qui
rait faite au maximum de distance de la Terre à l'étoile,
pour seconde l'observation correspondante au minimum
distance suivant, la différence des deux serait égale à
ntervalle réel des deux phases, diminué cette fois du
nps dont la lumière a besoin pour parcourir la diffé-
nce entre ces distances maximum et minimum.

L'intervalle qui sépare deux phases réelles d'Algol,
l'immense distance de cette étoile, doit être totale-
nt indépendant de la position de la Terre dans son
bite.

En effet, à de pareilles distances, l'action de notre globe

sur l'étoile ne saurait être appréciable. La supposition contraire put se présenter à l'esprit quand, à l'origine, on discuta les éclipses des satellites de Jupiter, car ces astres sont beaucoup moins éloignés ; ici elle serait d'emblée insoutenable. Ainsi l'intervalle réel compris entre une phase d'Algol correspondante au moment où cette étoile est à sa moindre distance de la Terre, et la phase qui arrivera six mois plus tard, quand la distance de la Terre à l'astre aura acquis sa valeur maximum ; cet intervalle, disons-nous, sera égal, en moyenne, à l'intervalle que l'on trouverait en prenant les termes de départ en sens inverse : en prenant pour premiers termes les phases réelles des distances maxima, et pour seconds termes les observations de six mois plus tardives et correspondantes aux distances minima.

Les intervalles réels entre les phases étant égaux, les intervalles observés ne pourront différer entre eux qu'à raison de la vitesse de la lumière. Or, nous le savons aujourd'hui, dans l'espace de six mois la Terre s'éloigne d'Algol d'un si grand nombre de kilomètres, que la lumière ne les parcourt qu'en 15$^{m}$ 12$^{s}$. Dans les six mois suivants, les deux corps se rapprochent de la même quantité. Pour avoir l'intervalle compris entre une phase observée la nuit de la moindre distance de la Terre à Algol, et la phase observée la nuit de la distance maximum, il faudrait ajouter 15$^{m}$ 12$^{s}$ à l'intervalle réel, s'il nous était connu. Ce même intervalle réel inconnu, diminué de 15$^{m}$ 12$^{s}$, donnerait la valeur de l'intervalle observé entre une première phase correspondant au maximum et une seconde phase observée au minimum. Mais si un

nbre, quel qu'il puisse être, connu ou inconnu, subit
; deux opérations; si d'une part on l'augmente de
$^{m}$ 12$^{s}$, si de l'autre on le diminue de ces mêmes 15$^{m}$ 12$^{s}$,
somme et la différence ainsi calculées différeront entre
es du double de 15$^{m}$ 12$^{s}$, c'est-à-dire de 30$^{m}$ 24$^{s}$.
30 minutes 24 secondes, telle sera donc la différence
re les deux séries d'intervalles de phases d'Algol,
servées aux époques des maxima et des minima de
tances et discutées suivant les conditions indiquées.
tte quantité est beaucoup au-dessus des erreurs aux-
elles on sera exposé dans les observations. Il semble
nc très-possible de déterminer directement la vitesse
la lumière d'une étoile.

# LIVRE XXIX

## SATURNE

---

### CHAPITRE PREMIER

#### ASPECT DE SATURNE — SON MOUVEMENT PAR RAPPORT AU SOLEIL

La planète Saturne a été connue de toute antiquité.

Saturne brille au firmament comme les étoiles de première grandeur. D'un éclat moyen, sa lumière ne présente jamais de traces de scintillation.

Le signe ♄, par lequel on le désigne, est l'image imparfaite d'une faux.

La lenteur du mouvement propre de cette planète à travers les constellations l'avait fait justement placer aux dernières limites de notre système, beaucoup plus loin que Mars et Jupiter.

Le nom qu'elle portait chez les Égyptiens signifiait *apparent*, expression dans laquelle on a prétendu voir une allusion à la propriété dont la planète jouit de se dégager plus rapidement des rayons du Soleil, à l'époque de ses conjonctions, que ne le font Mars et Jupiter. Mais il est douteux que cette dernière observation, liée à la lenteur du mouvement propre de Saturne, remonte à des temps aussi reculés que ceux où les peuples d'Égypte

tirent le besoin de désigner cette planète par un nom ticulier.

Les Grecs donnaient aussi à Saturne le nom de Néméé, et ils y ajoutaient souvent l'épithète φαίνων, *resplenant*. Quelques auteurs le désignent comme un soleil.

Les dénominations indiennes de cette planète sont naistchara, 'sani et 'sauri. Selon M. Bopp, le premier t signifie *qui se meut lentement*, de 'sanais, *lentement*, schara, *qui se meut*. Le second mot signifie *lent*. uri est l'un des noms du dieu Wischnou.

Ce que nous aurons à dire du mouvement apparent de urne sera, à quelques modifications près dans les ffres, la répétition presque textuelle des remarques nous avons puisées dans les observations du déplacent de Jupiter.

Ainsi nous aurons à distinguer dans les positions de urne, comparées aux positions apparentes du Soleil, es où la planète et l'astre radieux occupent à peu près même région du ciel et passent tous les deux au méri- n vers midi ; nous dirons alors que la planète est *en jonction*. Le point de son orbite où Saturne est par- u lorsqu'il passe au méridien à minuit, est celui qu'on nmera *l'opposition*. Les points situés à environ 90° du ciel, époques où la planète passe au méridien à 6 heures matin ou à 6 heures du soir, prendront le nom de *dratures*.

Lorsque Saturne sortant de sa conjonction se lève lque temps avant le Soleil, son mouvement rapporté étoiles est à son maximum et dirigé de l'occident à ient, ou direct. La distance des deux astres va néan-

moins en augmentant, parce que le mouvement apparent du Soleil est plus considérable que le sien. Ensuite on voit ce mouvement se ralentir, puis s'arrêter pendant quelque temps : la planète alors stationnaire, et comparée à l'œil nu aux étoiles, pourrait être prise elle-même pour un de ces astres proprement dits.

A la station succède un mouvement rétrograde ou dirigé de l'orient à l'occident, dont le maximum a lieu le jour de l'opposition. Ce mouvement se ralentit ensuite jusqu'à une position où Saturne est de nouveau stationnaire.

Après la seconde station, la planète, toujours rapportée aux étoiles, reprend graduellement son mouvement direct jusqu'à la conjonction suivante, pour présenter l'année d'après la même série de phénomènes.

La planète devient stationnaire lorsqu'à l'orient ou à l'occident elle est distante du point d'opposition de 109°. L'arc de rétrogradation est d'environ 6° et le temps employé par la planète à le parcourir est de 139 jours.

Le temps que met Saturne à parcourir tous les points de son orbite, à faire le tour entier du ciel, ou la durée de la révolution sidérale, est de 29 ans 5 mois 16 jours.

Le temps qui s'écoule entre deux conjonctions, ou la durée de la révolution synodique, est de 1 an 13 jours. Le mouvement direct de Saturne dure 239 jours, le mouvement rétrograde 139 jours.

Le mouvement de Saturne s'exécute dans une orbite elliptique dont le plan fait avec le plan de l'écliptique un angle de 2° 29′ 36″.

L'inclinaison de l'orbite de Saturne sur l'équateur terrestre est de 22° 38′ 44″.

Le périhélie, c'est-à-dire l'extrémité du grand axe de l'ellipse la plus voisine du Soleil, ne reste pas fixe dans le ciel : le grand axe a un mouvement direct en vertu duquel ce périhélie correspond successivement à différentes constellations.

L'excentricité de l'orbite de Saturne est de 0.056.

La distance moyenne de la planète au Soleil est de 9.539, la distance moyenne du Soleil à la Terre étant 1. La distance du périhélie est de 9.005, et celle de l'aphélie de 10.073.

La longitude du périhélie est de 89° 8′ 20″; celle du nœud ascendant, de 111° 56′ 7″; la longitude moyenne de l'époque (1er janvier 1800) est de 123° 6′ 29″.

Ces éléments résultent, pour la plupart, des tables de Bouvard. Les autres sont des conséquences de la théorie des perturbations dont nous avons démontré la légitimité (liv. XXIII, chap. IV, p. 16 à 24).

Saturne ne présente pas de phases sensibles, ce qui peut s'expliquer, sans lui supposer une lumière propre, par la distance considérable du Soleil à la planète. Des phénomènes dont nous parlerons dans le chapitre III, prouveront que c'est au Soleil qu'il emprunte sa lumière.

Les quantités de chaleur et de lumière envoyées par le Soleil à la Terre étant 1, les quantités reçues à la surface de Saturne sont 0.011.

La masse de Saturne, rapportée à celle du Soleil prise pour unité, est de $\frac{1}{3,500}$. Sa densité est de 1.09, celle de la Terre étant 1. La pesanteur à sa surface est 1.09,

comparée à la pesanteur considérée à la surface de notre globe.

## CHAPITRE II

### GRANDEUR DE SATURNE

Le diamètre de Saturne est variable; sa valeur pour la distance moyenne de la planète à la Terre, ou, ce qui est la même chose à cause de la grandeur de son éloignement tant de l'astre radieux que de notre globe, pour la distance moyenne de la planète au Soleil, est de 17″.99, d'après Struve. Ce diamètre apparent oscille de 15″ à 20″. Il suit de là que le diamètre réel de Saturne est de 9.022, celui de la Terre étant pris pour unité. Par conséquent, le volume de Saturne, supposé sphérique, serait 735 fois plus considérable que celui de notre globe. Le rayon équatorial de Saturne, exprimé en lieues de 4 kilomètres chacune, est de 14,355 lieues.

La figure 344 montre les rapports des grandeurs appa-

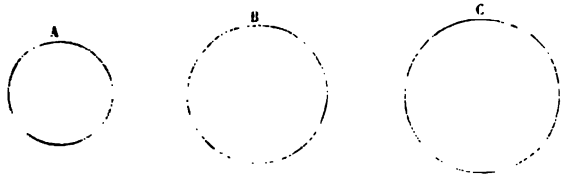



Fig. 344. — Grandeurs apparentes du disque de Saturne aux distances extrêmes et à la distance moyenne à la Terre.

rentes du disque de Saturne à la plus grande distance à la Terre en A, à la distance moyenne en B et à la plus petite distance en C; cette figure est réduite à la même échelle (1 millimètre pour 1 seconde) que les figures

résentent déjà, dans cet ouvrage, les grandeurs ntes des disques de Mercure, de Vénus, de Mars upiter.

## CHAPITRE III

### ANNEAU DE SATURNE

rne présente un phénomène unique dans le sys- laire : le globe qui forme la planète proprement t entouré, à une distance considérable, d'un presque plat et fort large (fig. 345, p. 448) qui ec le plan de son orbite un angle dont la valeur uellement d'environ 28°. Conséquemment cet an— dans aucune circonstance, ne se présente de face bservateur situé sur la Terre ; il paraît toujours ue et d'une dimension transversale variable ; le etit diamètre apparent n'est jamais supérieur à la du plus grand.

de la Terre, une portion de l'anneau paraît pas- la planète ; dans la partie opposée, Saturne se pro- r l'anneau et nous en cache une partie. Près de on où l'anneau se projette sur la planète, on voit, face de celle-ci, une ombre marquant évidemment ion où, à cause de l'interposition de la matière de l'anneau, la lumière du Soleil ne pénètre pas. nète n'est donc point lumineuse par elle-même, brille que de la lumière du Soleil réfléchie.

e conclusion peut être étendue à l'anneau, car, partie diamétralement opposée à celle qui nous une ombre sur la planète, celle-ci projette, au

contraire, sur l'anneau une ombre noire très-facile à distinguer et à reconnaître par son parallélisme aux bords de la planète qui la produit.

L'anneau disparaît dans la plupart de nos télescopes quand son plan prolongé passe par la Terre, l'angle qu'il sous-tend étant alors trop petit pour produire un effet sensible sur nos yeux. Cependant la lumière réfléchie par la tranche reste toujours perceptible lorsqu'on emploie des télescopes de la puissance de ceux de William Herschel. Il disparaît aussi lorsque son plan prolongé passe par le Soleil, les rayons de cet astre glissant alors, pour ainsi dire, sur la surface de l'anneau sans lui imprimer la propriété d'émettre de la lumière. Il disparaît enfin à une époque intermédiaire entre les deux premières, et peu éloignées l'une de l'autre, quand l'anneau, par son prolongement, passe entre le Soleil et la Terre et est éclairé par la face que nous ne voyons pas.

Le plan de l'anneau dans le mouvement de circulation de la planète autour du Soleil restant toujours parallèle à lui-même, il est évident que les positions propres à amener sa disparition, c'est-à-dire le passage de son plan par le centre du Soleil, doivent se reproduire deux fois pendant la durée de la révolution de la planète autour du Soleil et se représenter conséquemment tous les quinze ans environ.

Dans tout ce qui précède, nous avons parlé du plan de l'anneau ; mais il n'est pas certain que cette dénomination soit rigoureusement exacte ; en effet, il est toujours arrivé, à l'époque des disparitions, qu'une anse s'éva-

it plus tôt que l'anse opposée, et que cette dernière
stée visible plusieurs jours après l'entière dispa-
le l'autre. Les mêmes phénomènes se sont offerts
que des réapparitions. Il y a plus, les anses ont
efois diminué d'amplitude vers les époques de la
onde. Ainsi, en 1714, elles paraissaient de moi-
s courtes qu'à l'ordinaire.

neau n'est pas continu, il est nettement divisé en
la séparation est plus voisine du bord extérieur
bord intérieur. Des astronomes ont vu quelque-
s traces d'un plus grand nombre de divisions, d'où
cru pouvoir conclure l'existence de quatre ou cinq
x concentriques situés à peu près dans le même

observations d'une délicatesse extrême, faites
lliam Herschel en 1790, ont prouvé que l'anneau
anneaux tournent sur leur centre commun en
" 15', résultat qui, pour le dire en passant, semble
à concilier avec les phénomènes présentés par les
nses de l'anneau près des moments de sa dispa-
u de sa réapparition.

neau, envisagé dans son ensemble, est sensible-
lus lumineux que la planète, et si l'on ne veut
er que les deux parties distinctes dont l'anneau
se compose, l'anneau extérieur est notablement
umineux que l'anneau intérieur.

observations dont la précision ne semble pas pou-
e contestée ont montré que le centre de l'anneau
de la planète ne coïncident point exactement.
xcentricité est d'ailleurs extrêmement petite. La

planète a paru toujours un peu plus rapprochée du bord occidental de l'anneau intérieur que du bord oriental.

Voici les valeurs angulaires de l'anneau et des principales parties dont il se compose, pour la distance moyenne de la planète à la Terre ; en d'autres termes, pour la distance moyenne de la planète au Soleil.

| | |
|---|---|
| Diamètre extérieur de l'anneau extérieur..... | 40".09 |
| Diamètre intérieur *id.* ..... | 35 .29 |
| Diamètre extérieur de l'anneau intérieur..... | 34 .47 |
| Diamètre intérieur *id.* ..... | 26 .67 |
| Largeur de l'anneau extérieur..... | 2 .40 |
| Largeur de la division entre les anneaux..... | 0 .41 |
| Largeur de l'anneau intérieur..... | 3 .90 |
| Distance entre le bord intérieur de l'anneau et la planète..... | 4 .34 |

Ces dimensions conduisent à la conséquence que le diamètre extérieur de l'anneau extérieur est de 71,174 lieues ; que le diamètre intérieur de l'anneau extérieur est de 62,643 lieues ; que le diamètre extérieur de l'anneau principal intérieur est de 61,198 lieues, et que le diamètre intérieur de ce même anneau est de 47,339 lieues. De là il résulte que la largeur de l'anneau extérieur est de 4,265 lieues ; que celle de l'anneau intérieur est de 6,930 lieues ; que celle de la séparation des deux anneaux est de 723 lieues ; que la largeur totale du double anneau est de 11,918 lieues, et enfin que l'intervalle qui sépare le bord intérieur de l'anneau de la surface de la planète est de 9,314 lieues. L'épaisseur de l'anneau ne paraît pas d'ailleurs être de plus de 100 lieues. La figure 346 (p. 448) représente l'aspect de Saturne et de son double anneau pour un observateur qui

serait placé sur le prolongement de l'axe de la planète.

Ce qui précède est le résumé de ce que les astronomes avaient aperçu en étudiant l'anneau de Saturne avec les plus grands télescopes. Nous devons dire maintenant que des singularités extraordinaires sont venues s'ajouter récemment à celles qui avaient été signalées antérieurement et dans lesquelles il paraît difficile de ne pas voir le résultat de créations nouvelles qui sembleraient impliquer la conséquence que Saturne est encore aujourd'hui, dans son ensemble, le théâtre de révolutions matérielles dont nous pouvons difficilement nous faire une idée. Voici, en abrégé, un extrait des observations faites par MM. Bond, assistants de l'Observatoire d'Harvard, près de Cambridge, en Amérique :

Les premières observations de M. G.-P. Bond remontent au 11 novembre 1850. Ce jour-là M. Bond aperçut une lumière en dedans de l'ancien anneau. Cette lumière paraissait se terminer brusquement avant d'atteindre le corps de la planète.

Le 15, M. W.-C. Bond, examinant Saturne avec divers oculaires, entre autres avec un grossissement de 400, aperçut distinctement le même phénomène : le nouvel anneau était bien défini, le bord touchait à la planète. L'observateur crut que le nouvel anneau n'était pas adhérent à l'ancien, mais il ne put pas l'affirmer. On suivit le nouvel anneau sur le corps de la planète.

M. G.-P. Bond, avec des grossissements variant de 140 à 400, ne put pas s'assurer si le nouvel anneau était séparé de l'ancien, mais il vit le bord intérieur bien terminé.

M. W.-C. Bond soupçonna enfin plusieurs fois, avec des grossissements considérables, que le nouvel anneau était séparé de l'ancien.

Les mesures faites par MM. Bond donnent 2″.3 pour la largeur de l'anneau extérieur, et 1″.5 pour la largeur du nouvel anneau.

Le 7 janvier, les astronomes américains eurent une pleine confirmation de toutes les observations précédentes.

Nous devons ajouter à ces détails ceux qui ont été recueillis en Angleterre presque à la même date.

Le 3 décembre 1850, M. Lassell étant allé visiter M. Dawes à Wateringburg, dirigea sur Saturne une lunette de Merz, de 18 centimètres d'ouverture, armée d'un grossissement d'un peu moins de trois cents fois : il aperçut comme un voile lumineux qui couvrait sur les deux anses la moitié de l'intervalle compris entre le bord intérieur de l'ancien anneau et le bord de la planète. M. Hind vit les mêmes apparences à Londres, à la suite de la communication que M. Lassell lui avait faite. Enfin, le 3 décembre, M. Dawes lui-même vit le nouvel anneau et aperçut une séparation un peu obscure, mais non entièrement noire, entre son bord le plus éloigné de la planète et le bord extérieur de l'ancien anneau.

Ces observations de M. Dawes ont été faites avec des grossissements compris entre trois cents et six cents fois.

## CHAPITRE IV

### HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE L'ANNEAU DE SATURNE

alilée dirigea ses lunettes sur Saturne aussitôt que circonstances le lui permirent ; mais la faiblesse de nstruments le jeta dans une grande perplexité. Une e au grand-duc de Toscane nous apprend que rne lui semblait *tricorps*. Il explique clairement la ification de ce terme dans une lettre en date du novembre 1610, adressée à Gugliano de Médicis, assadeur du grand-duc auprès de l'empereur d'Au-e. « Lorsque j'observe Saturne, y dit-il, avec une tte d'un pouvoir amplificatif de plus de trente fois, ile centrale paraît la plus grande, les deux autres, ées, l'une à l'orient, l'autre à l'occident, et sur une e qui ne coïncide pas avec la direction du zodiaque, blent la toucher. Ce sont comme deux serviteurs qui nt le vieux Saturne à faire son chemin et restent tou-s à ses côtés. Avec une lunette de moindre grossisse-t l'étoile paraît allongée et de la forme d'une olive. » ans une lettre à Castelli, du 30 décembre 1610, il nçait que Saturne était formé de trois étoiles immo-les unes relativement aux autres.

arriva une époque (en 1612) où les deux étoiles ales ne se montrèrent plus à Galilée. La planète lui la alors parfaitement ronde ; il paraît que cette cir-tance le découragea au plus haut degré, il alla même u'à imaginer que dans toutes ses observations anté-

rieures les verres de ses lunettes avaient pu le tromper, et transformer en un objet réel ce qui n'était qu'une illusion. On peut voir l'expression de ce découragement dans sa lettre à Velser, de 1612. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'à partir de cette époque Galilée ne s'occupa plus de Saturne.

Hévélius se livra avec une grande attention aux observations de Saturne. En 1646, il avouait franchement qu'il ne comprenait rien aux phénomènes singuliers que la planète lui présentait. Il alla même un moment jusqu'à croire que ces phénomènes étaient accidentels et dépendants de causes passagères. Enfin, en 1656, l'observateur de Danzig s'arrêta à la pensée que Saturne était triple, que la partie centrale avait une forme elliptique, et que les deux portions latérales n'étaient point des globes sphériques, mais bien des lunules ou des espèces de croissants de courbure hyperbolique attachées invariablement par leurs pointes au corps du milieu, dont un intervalle vide de matière les séparait cependant. Il rendait compte de la phase ronde en supposant que les deux lunules qui accompagnent Saturne ont été transportées par un mouvement de rotation, l'une sur le disque de la planète, l'autre derrière.

Huygens publia, en 1659, les résultats des observations nombreuses qu'il avait faites plusieurs années auparavant avec un télescope de 7 mètres, construit de ses propres mains. La disparition des anses, qui avait été pour Galilée une cause de découragement, devint pour Huygens, en 1656, la pierre de touche de sa théorie, et lui démontra qu'il avait trouvé la vérité. L'explication de

gens, malgré son évidence, ne fut pas d'abord géné-
ment adoptée. Riccioli, entre autres, croyait bien
Saturne était entouré d'une armille plate, mais il la
posait adhérente à la planète en deux points.

uivant Gallet, d'Avignon, connu d'ailleurs avanta-
sement par quelques remarques de fait assez fines,
phénomènes de Saturne n'avaient rien de réel et
ent l'effet des réflexions de la lumière sur des surfaces
vexes. On est vraiment étonné de voir un pareil sys-
e livré au jugement du public par un homme pourvu
uelque notoriété scientifique.

ans son *Systema Saturnium*, Huygens avait donné
l'inclinaison du plan de l'anneau au plan de l'éclip-
e 23° 30′. Des observations faites conjointement avec
rd, en 1668, le conduisirent à une détermination,
ant lui beaucoup plus exacte, et d'après laquelle
inclinaison devait être d'environ 31°.

our déterminer l'inclinaison de l'anneau au plan de
iptique lorsque la position de la ligne d'intersection
deux plans est connue, il suffit d'obtenir les rapports
deux axes de l'ellipse sous laquelle l'anneau se pré-
e à l'observateur. Malheureusement les mesures
rométriques de ces deux axes, données par les
ens, n'ont pas toute la précision désirable. Mais
idérant qu'à l'aide de leurs lunettes les anciens aper-
ient des quantités beaucoup plus petites que celles
leur micromètre leur fournissait la mesure, on peut
cher dans leurs observations à déterminer le moment
diamètre de la planète était égal à celui de l'an-
; dans ce cas, on peut prendre le diamètre polaire

de Saturne donné par les observations modernes pour le diamètre transversal en question. Ce petit diamètre combiné avec le grand diamètre déduit aussi des observations de notre temps, fera connaître l'inclinaison du plan de l'anneau aux époques reculées où l'on a remarqué l'égalité de la ligne des pôles et du petit axe de l'ellipse qui alors peut être censé mesuré exactement. En appliquant ce calcul aux observations de Picard et de quelques autres astronomes, on verra si l'on peut supposer que l'inclinaison de l'anneau est constante.

Auzout est, je crois, le premier qui ait aperçu l'ombre de Saturne sur l'anneau, en 1662. (Voyez *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. VII, p. 11.)

L'anneau, a-t-on prétendu, ne peut échapper à la destruction qui résulterait de l'attraction de la planète que par un mouvement de rotation ; mais si l'anneau ou les anneaux étaient parfaitement circulaires et avaient pour centre le centre même de Saturne, l'état d'équilibre serait instable ; ce n'est donc qu'en raison d'une excentricité et d'un mouvement de rotation que l'anneau peut se conserver. Cette excentricité a été constatée par les observations directes.

Il est certain que l'excentricité du globe de Saturne par rapport à l'anneau a été annoncée dès l'année 1684, par Gallet, d'Avignon. Dans la quadrature orientale, dit cet astronome, le centre de la planète paraît plus près du bord oriental de l'anneau. Ce qu'il attribue, mais à tort, à un effet de la parallaxe annuelle. (*Journal des Savants*, 12 juin 1684.)

Schwabe, sans avoir connaissance de l'observation si

ienne de l'astronome français, fit la même remarque 21 décembre 1827. L'espace obscur compris entre neau de Saturne et la planète lui paraissait plus large est du disque qu'à l'ouest. Harding, à qui ce fait fut muniqué, le trouva exact; il en fit part à M. Struve, entreprit de déterminer la différence des deux espaces eurs à l'aide de la grande lunette de Dorpat, armée bon micromètre à fil. Il trouva qu'à la distance enne de Saturne à la Terre, l'espace oriental était grand que l'espace occidental de 0″.21.

M. South et John Herschel obtinrent par leurs me- s une différence dans le même sens, mais plus petite, celle déduite des observations de M. Struve.

assini remarquait en 1675, à l'aide d'une lunette de mètres, la bande obscure qui partage la largeur de neau en deux parties d'une intensité dissemblable. partie intérieure, disait le grand observateur, est claire, et l'extérieure un peu obscure, la différence einte étant celle de l'argent mat à l'argent bruni. » *moires de l'Académie des sciences*, t. x, p. 583.)

appelons qu'antérieurement, le 29 juin 1666, Hooke onçait déjà que l'anneau en masse (il ne parle pas de ande obscure) était plus lumineux que la planète. *ansactions philosophiques*, t. ıᵉʳ, p. 247.)

ux observations de Cassini sur les intensités inégales lumières de l'anneau extérieur et de l'anneau inté- r, ajoutons qu'Herschel fit la remarque que l'anneau rieur n'est pas également intense dans toute sa lar- r. « A partir du milieu, dit l'habile astronome, il ge de couleur et d'intensité; de sorte que par un

affaiblissement graduel, il ne conserve plus guère vers sa limite circulaire intérieure que l'intensité et la teinte des bandes obscures du disque. »

Nous consignerons ici l'extrait d'un Mémoire de M. de Vico, présenté à l'Académie des sciences, en 1842 : « Un soir que la lunette de Cauchoix était braquée sur Saturne, l'anneau se montra dans sa plus éclatante splendeur, pendant que le corps de la planète avait non-seulement perdu de sa lumière habituelle, mais s'était revêtu d'une couleur cendrée si foncée, qu'elle avait quelque chose de sinistre. Le ciel était très-pur et le phénomène dura tout le temps que Saturne resta au-dessus de l'horizon. A partir de cette époque, les astronomes romains n'ont pas perdu Saturne de vue et ils ont pu constater que l'éclat et la couleur du corps de la planète sont très-variables relativement à l'éclat lumineux de l'anneau. »

Dans la *Vie de Clarke*, Whiston dit que celui-ci vit un jour une étoile dans l'intervalle noir compris entre le bord intérieur de l'anneau et le bord le plus voisin de la planète. Si cette observation était certaine, elle prouverait mathématiquement que cet intervalle obscur est dépourvu de toute matière opaque. (Voyez *Optique* de Smith, édition française du père Pezenas, p. 440.)

Comment peut-on démontrer que les bandes noires qui divisent l'anneau sont des vides et non des bandes semblables à celles de Jupiter, mais plus noires?

Il ne faut évidemment pas attendre, pour résoudre cette question, le cas où les bandes se projetteraient sur des étoiles, car cette rencontre très-rare durerait très-peu de temps ; mais le passage de Saturne dans la Voie

:tée fournira des indications suffisantes à ce sujet. O
rra alors si, lorsque les bandes se dessinent sur lc
ches blanches dont cette région du ciel abonde, leur
eurs ont un peu éclairci la teinte d'un noir absolu qu
s bandes présentent ordinairement. L'observation déjà
ite par Cassini et surtout par Maraldi, que la band
iste sur les deux faces de l'anneau à la même distanc
ı bord extérieur, n'est évidemment pas démonstrative.
r la cause physique inconnue de laquelle les bande
pendent doit agir de la même manière dans les deu
s.

Il n'est peut-être pas superflu de rappeler à cette occa
on que la découverte de cette bande noire extérieur
rtageant l'anneau en deux parties est attribuée pa
reur à Herschel ; les deux membres de l'Académie de
iences que je viens de citer, l'avaient précédé de prè
un siècle. C'est donc à tort que quelques astronomes on
is l'habitude d'appeler *bande herschelienne* la bande qu
pare les deux anneaux de Saturne. En 1789, Hersche
: semblait pas encore parfaitement certain que la band
ire qui règne tout autour de l'anneau fût une sépara-
on entre deux anneaux concentriques; suivant lui o
uvait douter que cette bande accusât un vide. Le
servations de 1792 firent reconnaître que la bande s
it sur les deux faces de l'anneau et à égale distance d
nneau extérieur; qu'elle conserve constamment la mêm
rgeur; que son contour est parfaitement tranché; qu
ns une atmosphère favorable elle paraît tout aussi noir
ie l'espace obscur compris entre l'anneau et la planète
'après l'ensemble de ces circonstances, Herschel n

la b

même dis

[illegible] par démonstr

[illegible] de laquelle les h

[illegible] de la même manière dans les

[illegible] par superflu de rappeler à cette

[illegible] la découverte de cette bande noire ext

[illegible] l'anneau en deux parties est attribu

[illegible] à Herschel, des deux membres de l'Académ

[illegible] je viens de citer, l'avaient précédé

[illegible] dans à tort que quelques astronom

[illegible] d'appeler *bande herschelienne* la ba

[illegible] anneaux de Saturne. En 1789, [illegible]

[illegible] encore parfaitement certain que l

[illegible] tout autour de l'anneau fût une

[illegible] deux anneaux concentriques; suivan

[illegible] que cette bande accusât un v

[illegible] firent reconnaître que la

FIG. 346 _Vue perspective de Saturne et de son anneau

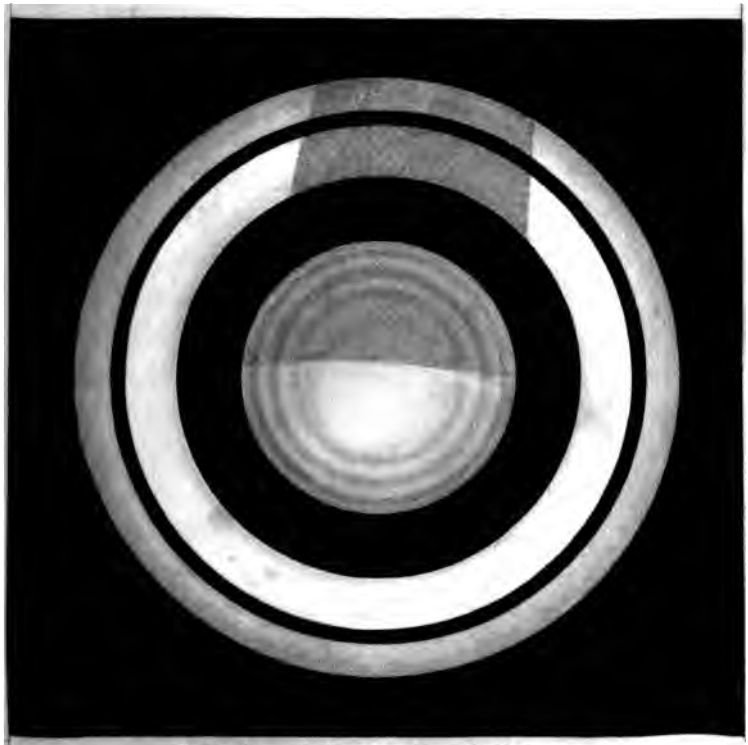


FIG. 347. Aspect de Saturne et de son double anneau
« pour un observateur placé sur le prolongement de l'axe de la Planète

douta plus qu'il n'y eût là séparation réelle entre deux zones concentriques du grand anneau.

M. Hind a annoncé récemment, en 1852, que la découverte de la division extérieure de l'anneau fut faite en 1665 par le Dr Ball et M. W. Ball, demeurant à Minehead north Devonshire (*Solar system*, page 105). M. Hind ne dit pas où les observations de ses compatriotes se trouvent consignées.

Quand il s'agit d'objets d'une extrême délicatesse, on n'aperçoit généralement que ce qu'on cherche. Je crois donc pouvoir inviter les astronomes à examiner si l'ombre projetée par l'anneau sur la planète ne présenterait pas, en quelques circonstances, de très-minces filets lumineux formés par la lumière qui aurait passé à travers les intervalles obscurs; alors la cause des bandes obscures, l'existence de séparations réelles entre les anneaux, se trouverait établie sur une preuve irrécusable.

L'annonce de bandes autres que celle signalée d'abord par Cassini, a été faite plusieurs fois; mais comme ces bandes n'étaient pas continuellement visibles, on a pu s'arrêter à l'idée qu'elles étaient de la nature des bandes de Jupiter. La première observation de ce genre qui soit venue à ma connaissance, est due à Short qui, au dire de Lalande, vit plusieurs traits concentriques se dessiner sur la partie extérieure de l'anneau. Remarquons toutefois que Short n'a rien publié lui-même à ce sujet.

Herschel a vu, dans quatre occasions différentes, un léger trait noir tout près du bord intérieur de l'anse occidentale de l'anneau; une première fois le 19 juin 1780 (télescope de $2^m.27$, ouverture $0^m.16$, grossisse-

nt 200); une seconde fois le 20; une troisième et atrième fois, le 21 et le 26, avec un télescope de .50, armé d'un grossissement de 200 fois. Il n'a nais rien aperçu de semblable du côté de l'anse entale.

Le petit trait qui se voyait le 26 juin avait totalement paru le 29. Si ce trait était l'indice d'une seconde paration, il faudrait supposer que les deux anneaux re lesquels elle régnait étaient excentriques; autrent la séparation aurait été également visible sur les ux anses.

M. Quetelet, en essayant une lunette de Cauchoix, à ris, en décembre 1823, crut apercevoir que l'anneau érieur de Saturne était double.

Le 17 décembre 1825, M. le capitaine Kater se servant n télescope newtonien, de 0m.16 d'ouverture et de mètre de distance focale, vit sur l'anneau extérieur nombreux traits noirs et très-rapprochés : rien de reil ne paraissait sur l'anneau intérieur.

Ces observations furent répétées en janvier 1826, le capitaine Kater, à l'aide d'un télescope de Dold ; certains jours, les apparences de l'année précédente ient visibles, d'autres fois on ne les apercevait pas; ù l'auteur tirait la conclusion qu'elles n'avaient rien permanent.

Le 25 avril 1837, M. Encke, directeur de l'Observare de Berlin, reconnut à l'aide de la grande lunette de établissement, que l'anneau extérieur était partagé deux par une ligne noire. Le 28 mai, le même astrone aperçut une seconde fois cette bande noire ; mais

il reconnut de plus par des mesures, qu'elle ne divisait pas l'anneau extérieur en deux parties égales. Voici les résultats des mesures micrométriques de M. Encke rapportées à la distance moyenne de Saturne à la Terre :

| | |
|---|---|
| Diamètre extérieur de l'anneau intérieur..... | 40″.44 |
| Diamètre de la nouvelle division..... | 37 .47 |
| Diamètre intérieur de l'anneau extérieur..... | 36 .04 |

Il résulterait de là que la nouvelle division aperçue serait plus près de l'ancienne division que du bord extérieur de l'anneau. (*Solar system*, page 108.)

Le 29 mai 1838, le père Vico aperçut à Rome, avec la grande lunette de Cauchoix, non-seulement la nouvelle bande découverte sur l'anneau extérieur, mais encore deux bandes noires pareilles sur l'anneau intérieur.

Voici un extrait d'un Mémoire publié en 1842 par M. de Vico, directeur de l'Observatoire romain ; on y trouvera les indications les plus précises sur des bandes multiples de l'anneau.

1° En outre de la ligne obscure de Cassini, il en existe une seconde plus étroite sur la partie extérieure de l'anneau. Elle est parfaitement tranchée et, dans une atmosphère aussi favorable que celle de Rome, elle paraît aussi noire que l'espace obscur qui sépare la planète de l'anneau. On la voit indistinctement, quelquefois sur les deux anses orientale et occidentale de l'anneau, quelquefois sur une seule anse ; dans d'autres circonstances, elle est invisible. M. Schwabe, qui l'observe assidûment à Dessau, l'appelle la bande d'Encke. Mais quelle est la cause, quelles sont les lois de ces disparitions et de ces

pparitions? Les observations n'ont encore rien révélé e sujet. Si ces deux bandes sont des divisions réelles, s'ensuivra que l'anneau de Saturne est triple.

2° Sur la partie de l'anneau la plus voisine du corps la planète, on aperçoit une troisième ligne, également re, mais d'une ténuité extrême, qui présente les mêmes énomènes que les premières. Elle est plus rarement ible et se montre plus souvent sur l'anse orientale que les deux anses à la fois. Avec cette nouvelle division, nneau serait quadruple.

3° Entre cette dernière bande et la bande de Cassini, a vu plus de trente fois une quatrième ligne très-iée, tantôt sur une des anses, tantôt sur les deux anses l'anneau. Quand elle est invisible, on trouve à sa place dans son voisinage une sorte d'ombre et d'obscurité fait mieux ressortir l'éclat des deux portions latérales l'anneau, c'est-à-dire des portions qui avoisinent l'une corps de la planète, l'autre la bande de Cassini. Si te ligne constituait une séparation réelle, Saturne ait entouré de cinq anneaux visibles. Ces lignes se t-elles montrées toutes à la fois? Oui, et très-distinc-nent; mais bien rarement et jamais entièrement sur les ux anses de l'anneau.

En 1843, MM. Lassell et Dawes confirmèrent, avec télescope de 6 mètres, l'existence de la bande de cke, à laquelle ils assignèrent un tiers de la largeur de bande vue primitivement par Cassini. Ils placèrent te bande nouvelle, différente en cela de ce qu'avait enu l'astronome de Berlin, plus près du bord exté-ur que du bord intérieur de cet anneau.

En novembre 1850, MM. Dawes et Lassell virent quelques traces d'un mince trait noir qui était compris entre la bande de Cassini et le bord extérieur de l'anneau.

On peut décider si le trait noir aperçu par Cassini est une division réelle ou une bande semblable à celle de Jupiter, comme aussi si les deux anneaux que la bande sépare sont ou ne sont pas dans le même plan, par une observation très-délicate mais exécutable. Dans le cas de l'affirmative, la largeur de la bande obscure variera entre les extrémités des anses et le centre de la planète, comme la largeur de l'anneau lui-même ; la largeur de la bande étant 1 sur les anses, serait 1/2 près de la planète.

Si les deux anneaux sont dans des plans différents, la largeur de la bande variera suivant une autre loi.

Supposons maintenant que l'anneau soit dans sa plus grande ouverture, que la bande obscure ne se voie pas jusqu'au disque central avec un certain grossissement, et qu'un grossissement de moitié plus petit montre encore la bande sur les anses, alors il sera démontré que la largeur de la bande varie entre son extrémité et le centre suivant un autre rapport que celui de 2 à 1, ou, ce qui est la même chose, que les deux anneaux ne sont pas dans un plan unique.

Le procédé que je viens d'indiquer ici a pour but de dispenser de mesurer les inégalités d'une ligne dont la plus grande largeur peut à peine être déterminée par nos moyens micrométriques actuels.

## CHAPITRE V

### BANDES DE SATURNE — SON ATMOSPHÈRE

ı voit à la surface de Saturne plusieurs bandes ıres et parallèles entre elles, semblables à certains ds à celles dont la surface de Jupiter est quelquefois erte, mais différentes de celles-ci en ce qu'elles pré- ent une courbure très-sensible, tandis que celles de er sont rectilignes. De là résulte la conséquence i les bandes de Saturne sont parallèles à l'équateur planète, le plan de cet équateur fait avec le plan écliptique un angle assez considérable.

s bandes ne sont pas permanentes, d'où il résulte les naissent au sein d'une atmosphère dont Saturne ntouré, conséquence à laquelle on arriverait égale- par la remarque que l'éclat de la planète n'est pas ant. Il est évident, en effet, qu'un corps solide et urvu d'atmosphère se montrerait toujours à nous la même intensité.

observation des bandes obscures sur le corps sphé- de Saturne est beaucoup plus difficile à faire que des bandes de Jupiter, généralement plus sombres s lors plus apparentes.

anmoins Cassini vit, en 1683, des bandes claires nséquemment des bandes obscures intermédiaires corps de Saturne en se servant d'une lunette de ètres.

1762, Messier vit sur le disque de Saturne, pen-

dant plusieurs jours, une bande obscure qu'il a décrite dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de 1776; cette bande paraissait un peu courbe.

Le même astronome observait en 1766 des bandes obscures sur le disque de la planète; elles étaient extrêmement faibles et difficiles à apercevoir.

En 1776, Messier disait qu'il voyait sur le disque de Saturne une bande aussi apparente que les bandes de Jupiter.

Herschel décrivait, en 1793, trois de ces bandes obscures qu'il avait observées sur la planète; elles étaient très-courbes et parallèles à peu près à la branche la plus voisine de l'anneau.

Le dessin les représente comme se terminant au bord même de la planète; mais cette circonstance, qui n'est pas indiquée dans le Mémoire, peut être une méprise du graveur. Cette explication est d'autant plus admissible, que dans la figure de la même planche relative à Jupiter, les bandes de cette planète se prolongent aussi jusqu'aux bords.

Nous trouvons dans les Mémoires d'Herschel des observations de bandes qui remontent aux années 1775-76-77-78 et 1780. Les bandes de ces époques n'étaient pas exactement parallèles à l'anneau; le scrupuleux astronome y remarqua jusqu'à des inclinaisons de 15 degrés.

Mædler et Beer, dans leurs observations de 1834 et 1835, ne virent jamais qu'une bande sur Saturne; ils remarquèrent qu'elle se continuait jusqu'au bord de la planète, d'où ils tirent, mais sans s'expliquer plus caté-

quement à ce sujet, la conséquence que cette bande ; pas d'une nature nuageuse.

erschel remarqua que les bandes aperçues sur le ue de Saturne, un certain jour, différaient beaucoup elles qui y figuraient la veille. Il observa aussi des gements d'éclat dans les régions polaires de Saturne. régions étaient d'autant moins blanches que le Soleil avait plus longtemps éclairées. Ainsi les variations il s'agit sembleraient devoir être rangées parmi les nomènes de température. Qu'on veuille maintenant xpliquer par de la neige ou par des agglomérations geuses, l'une et l'autre hypothèse supposent une osphère.

## CHAPITRE VI

### OTATION, FIGURE ET APLATISSEMENT DE SATURNE

aturne est doué d'un mouvement de rotation sur lui-ie en vertu duquel il fait un tour entier en $10^h\ 24^m$. e autour duquel le mouvement de rotation s'exécute plus court que l'axe perpendiculaire, ou que l'axe équateur, de $1/10^e$.

assini vit, en 1683, sur le globe de Saturne, des nomènes lumineux qui le conduisirent à supposer la planète tournait sur elle-même, mais aucun os exact de la rotation ne fut obtenu. Dans l'ouvrage Huygens, intitulé *Cosmotheoros*, où sont décrits les cipaux phénomènes du firmament, tels qu'on doit observer sur diverses planètes, le grand géomètre positivement que les habitants de Saturne ont des

jours et des nuits, ce qui implique l'existence d'un mouvement de rotation de la planète sur son centre. Huygens qui, dans ses recherches astronomiques, donne tant d'attention à Saturne, avait-il déjà reconnu par des observations directes le mouvement de rotation? Je dois faire remarquer que le *Cosmotheoros* ne fut publié qu'en 1702, sept années après la mort de l'auteur. C'est à William Herschel qu'était réservée la détermination de la durée de la rotation de Saturne. L'observation assidue de quelques irrégularités qu'offraient les bandes de Saturne et une discussion approfondie de tous les résultats, prouvèrent à l'astronome de Slough, en 1794, que cette planète emploie $10^h$ $16^m$ à faire une révolution sur elle-même.

Personne, avant William Herschel, n'avait même soupçonné l'aplatissement de Saturne. Les mesures du grand astronome qui mirent ce fait hors de doute sont du mois de septembre 1789. Le diamètre équatorial se trouva alors de 22″.8, et le diamètre des pôles de 20″.6. Avouons franchement que les observations partielles qui conduisirent à ces moyennes ne s'accordaient pas entre elles autant qu'on aurait pu le désirer.

Herschel ajouta, en 1805, une grande singularité à toutes les circonstances que ses prédécesseurs avaient observées dans la constitution physique de Saturne. Jupiter et Mars sont aplatis. L'axe autour duquel chacune de ces planètes tourne sur elle-même est le plus court des diamètres du disque apparent; le diamètre équatorial, au contraire, est le plus grand; les diamètres intermédiaires ont des longueurs intermédiaires gra-

duellement croissantes depuis le pôle jusqu'à l'équateur. Tout, dans la manière dont ces variations de longueur s'enchaînent, autorise à regarder les disques apparents comme des ellipses, à assimiler chacune des deux planètes à un ellipsoïde de révolution, à un sphéroïde engendré par le mouvement d'une ellipse tournant autour de son petit axe. Selon Herschel, cette régularité, cette simplicité de forme n'existe pas dans le globe de Saturne. Le disque apparent, au lieu d'être une ellipse, ressemble plutôt à un rectangle dont les quatre angles seraient arrondis et dont la plus grande longueur est suivant le plan de l'équateur. Il y a bien là encore un axe des pôles, le plus court de tous; c'est l'axe autour duquel la planète exécute une révolution sur elle-même dans l'intervalle de 10 heures un quart. Il y a bien aussi un axe équatorial notablement plus grand que l'axe des pôles; mais c'est ici que l'anomalie commence : sur Saturne, l'axe équatorial n'est pas l'axe maximum; l'axe maximum fait avec le plan de l'équateur un angle que l'observateur a trouvé tantôt de 46° 38′, tantôt de 45° 31′, et enfin, par une dernière mesure plus exacte, de 43° 20′. Aux extrémités de l'axe maximum, la courbure du disque est très-prononcée. Près des pôles et de l'équateur on croirait voir, au contraire, des lignes droites sur une assez grande longueur.

Les observations dont je viens d'indiquer les résultats sont des mois d'avril, mai et juin 1805. Le 26 mai, Herschel ne se borna pas, au sujet de l'irrégularité de forme du disque apparent de Saturne, à un simple aperçu; il recourut à des mesures micrométriques qui lui donnè-

rent pour le demi-diamètre équatorial 11″.27, pour le lemi-diamètre à 45 degrés, 11″.98. Le lendemain 27, es mêmes demi-diamètres parurent respectivement, 1″.44 et 11″.88.

Afin de s'assurer que cette étrange forme de la planète ; dépendait pas de quelques irrégularités accidentelles ıns la courbure du miroir du télescope dont il s'était abord servi, Herschel fit successivement usage des lescopes de 2m.27, de 3m.24, de 6m.50 et même du lescope de 12m.67, armés des grossissements les plus ıriés : l'anomalie persista toujours.

Quelle peut être maintenant la cause de ces irrégulatés auxquelles aucun astronome ne croit, je l'ignore ; ar remarquons que chacun des instruments dont se serait l'illustre observateur de Slough put être successivement dirigé sur Saturne et sur Jupiter à une époque où ;s deux planètes se trouvaient en même temps sur l'horizon, que Jupiter restait elliptique et Saturne quadranulaire avec ses angles arrondis.

On a voulu expliquer cette anomalie par de certaines régularités dans la température de l'air contenu dans s tuyaux des télescopes ; mais en supposant que ces ıégalités existassent dans des tuyaux complétement ıverts à l'une de leurs extrémités et qu'elles fussent ;gulières et suffisantes pour rendre compte de l'effet bservé quand il s'agit de Saturne, on aurait le droit de e demander comment les mêmes causes ne produisaient ıas des effets semblables avec la lumière de Jupiter.

Herschel assignait une cause physique à l'irrégularité qu'il avait trouvée dans la forme de Saturne ; il préten-

que cette irrégularité provenait de l'attraction que ıeau avait exercée sur la masse de la planète non lifiée encore ; mais Bessel a prouvé que l'attraction 'anneau n'a jamais pu amener la forme singulière les observations avaient semblé indiquer.

## CHAPITRE VII

### SATELLITES DE SATURNE

aturne est entouré de huit satellites qui circulent ur de la planète dans des orbites elliptiques dont ɜntre du globe est le foyer. Voici les éléments de ɜ orbites :

| | Distances à la planète en rayons de l'équateur de Saturne. | Révolutions sidérales. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Premier satellite..... | 3.36 | | 22h | 37m | 23s |
| Deuxième..... | 4.31 | 1j | 8 | 53 | 7 |
| Troisième..... | 5.34 | 1 | 21 | 18 | 26 |
| Quatrième..... | 6.84 | 2 | 17 | 41 | 9 |
| Cinquième..... | 9.55 | 4 | 12 | 25 | 11 |
| Sixième..... | 22.14 | 15 | 22 | 41 | 25 |
| Septième..... | 28.00 | 21 | 7 | 7 | 41 |
| Huitième..... | 64.36 | 79 | 7 | 53 | 40 |

resque tous les satellites se meuvent dans des courbes llèles au plan de l'anneau. L'orbite du dernier seu- ɜnt est inclinée à ce plan d'environ 12° 14′.

l'époque de sa découverte, le huitième satellite dis- issait presque totalement quand il décrivait la partie ıtale de son orbite ; il était, au contraire, très-visible ɜ le reste de sa course ; de là résultait la double con- ence que ce satellite n'était pas également lumineux

dans tous les points de sa surface, et qu'il tournait sur lui-même, puisqu'il montrait toujours à la Terre la portion de son globe la plus obscure dans sa digression orientale; on devait en conclure que dans cette même position il présentait sa région brillante à la planète, et qu'il tournait sur lui-même en un temps égal à celui de sa révolution autour de Saturne.

Cette loi de l'égalité des temps de révolution et de rotation, nous l'avons déjà trouvée dans la Lune et dans les satellites de Jupiter : elle paraît donc une loi générale applicable à tous les satellites.

En examinant attentivement le tableau précédent, sir John Herschel a fait une remarque que nous devons consigner ici, car elle influera beaucoup sur les valeurs des perturbations des satellites de Saturne, déduites de la théorie.

Le temps de la révolution du troisième satellite est double du temps de la révolution du premier. La durée de la révolution du quatrième est double de la durée de la révolution du second.

L'anneau dont la planète est entourée empêche d'observer les éclipses des satellites de Saturne, et les passages de leurs ombres sur le corps de la planète ne peuvent même être remarqués que dans des circonstances fort rares. Je trouve cependant que le 2 novembre 1789, William Herschel vit nettement l'ombre du sixième satellite parcourir le disque brillant de la planète, observation qui suffirait à elle seule pour prouver que Saturne n'est pas lumineux par lui-même.

## CHAPITRE VIII

### HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DES SATELLITES DE SATURNE

En dirigeant sur Saturne deux lunettes de 4 mètres de 7m.47, dont il avait travaillé les verres de ses pres mains, Huygens découvrit, le 25 mars 1655, le mier des satellites de cette planète que les hommes nt vu. Le même instrument aurait pu servir à en rcevoir d'autres; mais Huygens ne les chercha point; ès son observation, le nombre des satellites se trouvait l à celui des planètes de notre système; or, d'après nciennes opinions à la domination desquelles le grand mètre n'avait pas su se soustraire, il n'était pas sible que le nombre des planètes principales fût inférr au nombre total des planètes secondaires. Des es théoriques ont très-souvent conduit à de brillantes ouvertes. Ici l'effet fut diamétralement opposé; mais si que dire de cette prétendue loi du monde matériel ant laquelle le génie de Huygens s'arrêta ?

A la fin d'octobre 1671, Jean-Dominique Cassini aper-, avec une lunette de 5m.52 seulement, un satellite, dans ses excursions, s'écartait plus de la planète le satellite de Huygens. Le 23 décembre 1672, des ettes de 11m.37 et de 22m.74 dévoilèrent au même onome un nouveau satellite dont l'orbite, au contraire, t contenue dans celle du satellite de Huygens.

Dans le mois de mars 1684, Cassini découvrit deux res satellites de Saturne. Il s'était servi pour ces der-

lières observations de deux objectifs de Campani, de 32$^{m}$.48 et de 44$^{m}$.18 de foyer, et ensuite de deux nouveaux objectifs de 29$^{m}$.24 et de 22$^{m}$.74. Ces grandes lentilles étaient employées sans tuyaux : Cassini les plaçait tantôt sur l'Observatoire, tantôt à l'extrémité d'un grand mât, tantôt enfin sur une tour de bois qui avait été transportée de Marly à Paris.

On jugea à propos, à l'occasion de ces découvertes, de frapper une médaille portant pour inscription : *Saturni satellites primum cogniti.*

Les environs de Saturne avaient été si complétement explorés dans la vue d'y trouver des satellites que le sujet semblait épuisé; mais des nouvelles de Slough apprirent, en 1789, combien on se trompait. Le 28 août de cette année, le grand télescope de 12$^{m}$.67 signala à Herschel un satellite plus voisin encore de l'anneau que les cinq déjà observés.

Grâce à la puissance prodigieuse du télescope de 12$^{m}$.67, un dernier satellite alla s'interposer, le 17 septembre 1789, entre le précédent et l'anneau. Ce septième satellite découvert est d'une faiblesse extrême; Herschel parvenait cependant à le distinguer quand les circonstances étaient très-favorables, même à l'aide d'un télescope de 6$^{m}$.50.

Les orbites des deux derniers satellites découverts ont des dimensions très-petites ; ces astres se trouvent donc souvent derrière la planète ou se projettent sur son disque. Dans d'autres circonstances, la lumière de l'anneau près duquel ils circulent les efface entièrement. Quand l'anneau se présente par la tranche, quand il

fre à nos regards sous la forme d'une ligne lumi-
se excessivement étroite, les satellites semblent, le
g de cette ligne, des grains de chapelet brillants et
biles.

Saturne se trouvait déjà armé de sept satellites dont
, comme on peut le voir par le tableau des durées des
olutions données dans le chapitre précédent, tourne
our de la planète en 22 à 23 heures. Une Lune fai-
t sa révolution entière en moins d'un jour, n'est pas
des moindres singularités de la plus singulière
nète que le firmament ait offerte aux regards des
mes. Cassini avait déjà remarqué que les temps des
olutions et les dimensions des deux satellites qu'il avait
ouverts en 1684 satisfaisaient à la troisième loi de
bler.

Un dernier satellite de Saturne a été découvert presque
ultanément, en septembre 1848, par M. Bond, à
mbridge, dans les États-Unis, et par M. Lassell à
erpool, en Angleterre. Ce satellite est compris entre
satellite de Cassini, le plus éloigné de la planète, et
atellite de Huygens.

Les longs intervalles qui se sont écoulés entre les
ques des différentes découvertes que nous venons de
onter, s'expliquent par les difficultés que présentaient
observations. Il était réservé au père Vico et à ses
aborateurs du Collége romain de prouver que les
s petits satellites de Saturne peuvent être vus et
ervés avec des lunettes d'une puissance médiocre. Il
, pour cela, couvrir avec un écran opaque l'anneau
a planète, la lumière de ces deux portions de l'astre

étant suffisante pour effacer dans notre œil la lumière plus faible des satellites intérieurs. Ce n'est pas sans surprise qu'on voit ici l'anneau de Saturne jouer le rôle d'un corps éblouissant.

A l'époque où les satellites de Saturne furent aperçus pour la première fois, on les désigna par des numéros d'ordre correspondants à la date de la découverte. Ainsi on appela premier satellite celui qui fut observé le premier; second satellite celui qui fut découvert le second, et ainsi de suite. Mais ces astres n'ayant pas été aperçus dans l'ordre de leurs distances à la planète ou de leurs grandeurs, on a senti le besoin, pour éviter toute confusion, de remplacer les numéros d'ordre ou de grandeur par des noms tout à fait arbitraires.

C'est en 1847 que ce changement s'effectua. John Herschel, ne considérant que l'ordre des grandeurs des satellites alors connus, leur assigna les noms suivants : Mimas, pour le plus rapproché de la planète, Encelade, pour le second, Téthys, pour le troisième, Dioné, pour le quatrième, Rhéa, pour le cinquième, Titan, pour le sixième, Hypérion, pour le septième, et Japhet, pour le huitième.

Si un neuvième satellite vient à être découvert, on le classera à son rang sans avoir besoin de rien changer à la nomenclature arrêtée en 1847.

Le tableau suivant résume l'histoire de la découverte des satellites de Saturne.

| os d'ordre s satellites d'après s distances Saturne. | Noms des satellites. | Ordre de leur découverte. | Auteurs et dates des découvertes. |
|---|---|---|---|
| 1 | Mimas. | 7 | Herschel, 17 septembre 1789. |
| 2 | Encelade. | 6 | Herschel, 28 août 1789. |
| 3 | Téthys. | 5 | Cassini, mars 1684. |
| 4 | Dioné. | 4 | Cassini, mars 1684. |
| 5 | Rhéa. | 3 | Cassini, 23 décembre 1672. |
| 6 | Titan. | 1 | Huygens, 25 mars 1655. |
| 7 | Hypérion. | 8 | Bond et Lassell, septembre 1848. |
| 8 | Japhet. | 2 | Cassini, octobre 1671. |

La distance de Mimas à Saturne est de 48,233 lieues 4 kilomètres en partant du centre de la planète; de 878 lieues en partant de la surface; de 12,646 lieues partant de l'anneau.

Titan est le plus grand des satellites de Saturne; son mètre apparent est environ 1/16e de celui de la nète.

## CHAPITRE IX

### ROTATION DE L'ANNEAU DE SATURNE

Le fait de l'existence d'un mouvement de rotation de nneau de Saturne sur lui-même a été fort controsé. Voici comment s'exprime Herschel :

« Il y a de temps en temps sur la surface de l'anneau, squ'il va disparaître ou peu après sa réapparition, des galités qui, d'un certain point de vue, peuvent être pelées réelles, car elles proviennent, selon toute appace, de taches lumineuses débordant par irradiation. »

William Herschel s'aperçut en 1790 que les observans de ces taches particulières faites à une époque où

l'anneau se voyait par son épaisseur, à une époque où elles se présentaient comme des protubérances, ne s'accordaient point avec les positions des sept satellites alors connus. En existait-il un autre? Ce nouveau satellite pouvait servir à coordonner les faits, mais en lui attribuant une révolution de $10^h\ 32^m\ 15^s$. La troisième loi de Kepler placerait un pareil satellite dans la largeur de l'anneau, entre les bords intérieurs et extérieurs. A moins de supposer, ce que personne ne voudra faire, que la matière de ce corps singulier est suffisamment fluide pour permettre à un satellite de le parcourir librement, on est forcé de reconnaître que les taches observées étaient des parties intégrantes de l'anneau; que les $10^h\ 32^m\ 15^s$ sont la durée de la rotation de ce pont immense. Les taches lumineuses dont les déplacements conduisirent à ce résultat numérique étaient situées sur l'anneau extérieur.

Citons maintenant des faits qui paraissent en contradiction avec la conséquence qui se déduit des observations d'Herschel. Cassini vit, le 8 décembre 1671, qu'une des anses de l'anneau était encore un peu visible. Ce phénomène ne pouvait guère s'expliquer qu'en supposant que l'anneau, au lieu d'être parfaitement plat, présentait certaines ondulations; et comme il persista pendant un temps fort long, il n'était pas possible d'admettre que la protubérance s'était portée d'un côté à l'autre de la planète par un mouvement de rotation rapide.

En 1714, le 12 octobre, Maraldi observa Saturne avec une seule anse persistante du côté de l'occident. Le 22 mars 1715, le même astronome ne voyait qu'une

ble trace de l'anse occidentale; du côté opposé rien
ait perceptible. Varela, le 6 octobre 1773, ne voyait
adix que l'anse occidentale, et cela dura un temps
ucoup plus long que celui qui eût été nécessaire pour
en vertu du mouvement de rotation, la partie visible
cette anse passât de l'occident à l'orient.

Herschel lui-même voyait Saturne, en 1774, avec une
le anse, et le phénomène était permanent. Le 4 janvier
03, Harding ne distinguait de traces de l'anneau qu'à
est de la planète; la ligne très-fine visible de ce côté
ait une proéminence sensible qui restait immobile.
te proéminence ne pouvait être un satellite, ainsi que
montra le calcul. Le 14, la ligne lumineuse se voyait
deux côtés de la planète, et la proéminence observée
première fois par Harding s'apercevait à la même
ce. Deux nouvelles proéminences, découvertes par
rœter, furent observées pendant toute la nuit; elles
se déplacèrent pas dans l'intervalle de huit heures
durèrent les observations. Des observations faites les
rs suivants avec des télescopes de $2^m.27$, de $4^m.22$,
une lunette de Dollond de $3^m.25$, conduisirent à la
me conséquence.

Duséjour déduisit de la discussion minutieuse de plu-
irs disparitions de l'anneau, la conséquence que ses
ux faces ne sont pas également aptes à réfléchir la
nière du Soleil. C'est un point que les observations
érieures permettront seules de décider, et qu'on doit
ommander à l'attention des astronomes.

Les observations d'Harding et de Schrœter, et celles de
74, de 1773, de 1714 et de 1671 ne confirment pas

résultat déduit par Herschel, des observations faites 1790. C'était là, sur un point capital du système du ›nde, une anomalie qu'il importait de faire disparaître, r, par des raisons empruntées à la mécanique, l'immo- ité de l'anneau semble difficile à concevoir. Pourquoi e clef de voûte n'obéit-elle pas à l'action de la pesan- ır terrestre qui la sollicite à tomber? C'est que, par forme, elle ne pourrait se détacher de la voûte qu'en artant les deux voussoirs voisins avec lesquels elle est contact. Sa tendance à tomber vers le centre de la ırre se transforme donc en deux pressions exercées à oite et à gauche sur les deux voussoirs voisins. Mais r une voûte qui ferait, à une certaine hauteur, le tour tier de la Terre, chaque voussoir pourrait être consi- ré comme clef de voûte, l'ensemble de l'édifice reste- it donc intact, toutes les pressions dont nous avons rlé s'équilibrant entre elles réciproquement. Ainsi, xistence momentanée d'une voûte formant une cou- nne équatoriale autour de la Terre et sans appui ou ed droit, n'aurait rien qui ne fût conforme aux prin- pes élémentaires de la mécanique. Il faut seulement marquer que si l'on voulait que cette voûte restât en uilibre, il faudrait que toutes ses parties fussent éga- ment attirées par la Terre, ce qui constituerait évidem- ent un état d'équilibre instable, lequel pourrait être rangé par mille circonstances, par le passage acci- ntel d'une comète, ou même par l'action régulière e la Lune. Ces causes perturbatrices précipiteraient ce ont sur la Terre. Ces raisonnements hypothétiques peu- ent être appliqués, en point de fait, à l'anneau qui existe

our de Saturne. Si cet anneau ne tournait pas sur lui-me, il se serait déjà, sans doute, précipité en masse la planète en franchissant, dans telle ou telle direc-n, l'intervalle qui aujourd'hui les sépare et que tout s porte à supposer invariable.

Laplace a cherché à quelles conditions l'anneau devrait isfaire pour rester intact et permanent, même en le posant fluide. Il a trouvé ainsi qu'il fallait le douer n mouvement de rotation sur son centre dont la ée serait de 10 heures 1/4, précisément la durée de ation déduite par Herschel de ses observations de 1790.

Une condition également essentielle pour la stabilité système, c'est que le centre de gravité de l'anneau coïncide pas mathématiquement avec le centre de la nète, en sorte que pendant le mouvement de rotation l'anneau, ce centre de gravité un peu excentrique vite vers le centre de Saturne comme un satellite, is avec cette différence qu'étant idéal il est censé se uvoir dans l'intérieur de la matière dont la planète formée. C'est à Laplace que ces résultats sont dus; le nd géomètre était donc plus intéressé que personne chercher un moyen de concilier les observations lerschel avec les observations en apparence contra-toires de Schrœter et d'Harding.

L'analyse a montré à Laplace que, si la largeur de neau est peu considérable par rapport à sa distance centre de Saturne, l'équilibre est possible quand la rbe génératrice est une ellipse dont le grand axe est gé vers le centre du globe. L'équilibre subsiste encore supposant l'ellipse génératrice variable de grandeur

et de position dans l'étendue de la circonférence de l'anneau, pourvu que ces variations ne soient sensibles qu'à des distances beaucoup plus grandes que l'axe de la section génératrice. Ainsi l'anneau peut être supposé d'une largeur inégale dans ses diverses parties : on peut même le supposer à double courbure. « Ces inégalités, ajoute Laplace, sont indiquées par les apparitions et les disparitions de l'anneau de Saturne, dans lesquelles les deux bras de l'anneau ont présenté des phénomènes différents : elles sont même nécessaires pour maintenir l'anneau en équilibre autour de la planète; car s'il était parfaitement semblable dans toutes ses parties, son équilibre serait troublé par la force la plus légère, telle que l'attraction d'un satellite, et l'anneau finirait par se précipiter sur la planète. Les anneaux dont Saturne est environné sont par conséquent des solides irréguliers d'une largeur inégale dans les divers points de leur circonférence, en sorte que leurs centres de gravité ne coïncident pas avec leurs centres de figure. Ces centres de gravité peuvent être considérés comme autant de satellites qui se meuvent autour du centre de Saturne, à des distances dépendantes des inégalités des anneaux, et avec des vitesses angulaires égales aux vitesses de rotation de leurs anneaux respectifs. On conçoit que ces anneaux, sollicités par leur action mutuelle, par celle du Soleil et des satellites de Saturne, doivent osciller autour du centre de cette planète, et produire ainsi des phénomènes de lumière dont la période embrasse plusieurs années. »

Si les anneaux placés à des distances différentes de la planète doivent éprouver nécessairement des mouve-

ts de précession différents de la part du Soleil, leurs s sont maintenus confondus précisément par l'aplaement de la planète ; de sorte que toutes les observas trouvent leur explication dans les lois de l'attraction verselle.

## CHAPITRE X

### ANNEAU DE SATURNE A-T-IL ÉTÉ FORMÉ AUX DÉPENS DE LA QUEUE D'UNE COMÈTE QUI, DANS SA COURSE, VINT A PASSER TRÈS-PRÈS DE LA PLANÈTE?

l était naturel qu'une construction aussi singulière celle dont Saturne nous offre l'image exerçât l'imaation de tous ceux qui s'occupent de cosmogonie. s il faut l'avouer, leurs efforts sont restés fort ausous des phénomènes qu'il s'agissait d'expliquer.

Maupertuis croyait que l'anneau a été produit par une ue de comète que Saturne a forcé de circuler autour lui. La comète serait devenue satellite et la queue ait formé l'anneau.

Mairan prétendait que Saturne fut originairement un be beaucoup plus considérable qu'il ne l'est aujourui, que l'anneau est le reste de l'ancien équateur de lanète réduite à un beaucoup plus petit volume par de refroidissement.

Buffon pensait, comme son confrère de l'Académie sciences, que l'anneau fit primitivement partie de la nète, et que la force centrifuge l'en détacha.

Enfin, Cassini II, autrement dit Jacques Cassini, avait rieurement imaginé que l'anneau est composé de l'ag-

glomération d'une multitude de satellites dont les orbites se touchaient presque de manière à former à la distance qui nous en sépare un corps continu. Dans ce système, contre lequel on pourrait faire des objections sérieuses, on parviendrait peut-être plus facilement à expliquer la formation de l'anneau intérieur observé en 1850 (ch. III, p. 440). Mais ce sont là des points délicats que je dois me contenter d'indiquer ici à l'attention des astronomes et des géomètres.

En essayant de remonter jusqu à l'origine des choses pour expliquer la forme bizarre de Saturne, qui ne s'est peut-être pas reproduite une seconde fois parmi les millions d'astres que le firmament étale à nos regards, les cosmologues ont disposé à leur guise de la matière chaotique qui remplissait l'espace avant la formation des planètes. Quoique, à vrai dire, ils aient fait un usage très-ample de la force attractive combinée avec certains mouvements giratoires, c'est à peine si Saturne est sorti de leurs hypothèses avec quelques rudiments de la forme que nos lunettes lui assignent. Voici de quelle manière, selon les théoriciens, se serait transformée en un anneau de Saturne la queue d'une comète qui dans sa course vint à passer très-près de la planète.

On ne saurait nier qu'une molécule matérielle, se mouvant autour du Soleil dans une grande ellipse, ne puisse être détournée considérablement de sa route primitive par l'attraction de quelque puissante planète, si elle vient à en passer très-près. Le calcul fait même connaître, dans chaque cas, quelle devra être, numériquement, l'intensité de la force attractive, pour que la molécule abandonne

ncien centre de mouvement, pour qu'elle soit forcée rculer comme un satellite autour de la planète trou- e. Ce que la puissance de la planète aura opéré sur une ière molécule, elle le renouvellera sur une seconde, ne troisième, etc., dès que ces molécules se trouve- dans les mêmes conditions de distance et de vitesse. es les molécules qui parcouraient primitivement une e ligne droite près d'une planète, deviendront ainsi série de satellites circulant exactement dans la même e. Si, originairement, ces molécules se trouvaient rapprochées; si elles étaient en très-grand nombre; n un mot, elles occupaient une ligne suffisamment ie, elles formeront autour de la planète, après que route aura été infléchie, un anneau fermé qui, vu de paraîtra continu et extrêmement délié.

: que je viens de dire d'un premier filet rectiligne s'appliquer, mot à mot, à tous les autres filets plus oins éloignés de la planète, pourvu toutefois qu'on orte pas de certaines limites de distances.

ı queue d'une comète, quelle qu'en soit d'ailleurs la e, semble pouvoir être assimilée à un faisceau de moléculaires analogues à ceux que nous venons de dérer. En passant près d'une grosse planète, chacun es filets s'infléchissant comme je viens de l'expliquer, ensemble doit prendre la forme d'une enveloppe laire sphérique ou elliptique, ayant à fort peu près entre ou son foyer au centre même de la planète.

ous voilà arrivés, par des déductions mathématiques, : enveloppe annulaire, à une espèce de voûte suspen- S'il en existait de cette espèce autour des planètes,

on pourrait regarder ce qui précède comme donnant le secret de leur formation. Mais l'anneau de Saturne n'a pas été sans raison appelé un anneau. Il a une largeur considérable, tandis que son épaisseur est extrêmement petite. On doit le considérer presque comme un plan. Pour qu'un faisceau de filets moléculaires rectilignes, en se courbant autour d'une planète, engendrât la figure de l'anneau de Saturne, il serait nécessaire que, primitivement, le faisceau fût plan lui-même; or les filets dont une queue de comète se compose dessinent dans l'espace un cylindre ou un cône. Jamais on n'en a vu qui formassent une couche plane presque sans épaisseur. Il est donc établi que, si l'on considère les éléments d'une queue comme détachés et tout à fait indépendants les uns des autres, ils ne pourront pas, en changeant de route auprès d'une planète, s'y disposer en forme d'anneau.

Mais, dira-t-on, pourquoi ne pas considérer la queue d'une comète comme un fluide élastique analogue à notre atmosphère, analogue à tant de substances gazeuses dont la chimie moderne s'est enrichie? Je réponds que rien jusqu'ici ne justifierait cette assimilation. Soit que l'on compare l'extérieur à l'intérieur d'une queue, soit qu'après avoir étudié sa base on porte ensuite ses regards vers l'autre extrémité, aucun phénomène n'y dévoile ces compressions graduellement croissantes, qui sont le trait distinctif des fluides élastiques. Admettons au surplus, pour un moment, que la longue traînée cométaire soit douée d'élasticité, et qu'elle vienne former autour de quelque planète une vaste atmosphère, elle s'aplatira dans le sens de son axe de rotation; elle prendra beau-

d'extension sur toute l'étendue de l'équateur. Il y a
'e loin de là à cet anneau de Saturne, dont l'épais-
est presque insensible, et qui, dans tous ses points,
éparé du corps de la planète par un intervalle de
le 9,000 lieues. Voudra-t-on former l'anneau aux
ıs de matières qui se déposeraient aux limites exté-
es de l'atmosphère tournante? La supposition sera
ssible; mais qu'aura-t-on gagné à faire intervenir une
te? Ces précipitations, ces agglomérations de ma-
; opaques, ne pouvaient-elles pas se former tout aussi
dans l'atmosphère primitive de la planète?
ıupertuis est, je l'ai dit plus haut, le premier qui ait
déré l'anneau de Saturne comme une queue de
te qui s'enroula autour du centre de la planète par
; de la puissante attraction de celle-ci. Quand son
oire parut dans les *Transactions philosophiques* de
res, on savait déjà que l'anneau n'était pas simple,
se composait de deux anneaux distincts, faiblement
'és; que leur lumière, et principalement celle de
eau intérieur, surpassait en intensité la lumière du
e; qu'ainsi, suivant toute probabilité, la matière des
ıux était plus dense que celle de la planète, etc., etc.;
il laissa ces circonstances à l'écart, il n'en fit pas
e mention. Pour lui, le mystère se réduisit à expliquer
ıent une auréole lumineuse enveloppe Saturne de
part. Une théorie aussi vague méritait à peine quelque
tion il y a un siècle. Aussi n'en ai-je présenté la cri-
qu'à cause de l'obligation que je me suis imposée de
un catalogue complet des prétendues interventions
taires dans les phénomènes du monde matériel.

# LIVRE XXX

## URANUS

---

## CHAPITRE PREMIER

### ASPECT D'URANUS — SON MOUVEMENT PAR RAPPORT AU SOLEIL

La planète Uranus a été nommée aussi à l'origine *Georgium sidus*, puis *Herschel*, du nom de l'auteur de sa découverte. La date de cette découverte est le 13 mars 1781.

On représente Uranus par le signe ♅ dans lequel se trouve un globe surmonté de la première lettre du nom de l'illustre astronome de Slough.

Le mouvement d'Uranus est direct ou dirigé de l'occident à l'orient, pendant la plus grande partie de l'année. On reconnaît aisément qu'il est stationnaire quelque temps avant l'opposition et quelque temps après, et que sa marche est rétrograde dans l'intervalle. C'est le jour de l'opposition que sa vitesse rétrograde atteint son maximum. L'arc total de rétrogradation compris entre la station annuelle qui précède l'opposition et la station annuelle qui la suit, est de 3° 45′. La durée de la révolution synodique de la planète, ou le temps qui s'écoule entre deux conjonctions, est de 369 jours.

ranus présente donc dans son mouvement des phé-
ènes analogues à ceux que nous avions observés
tudiant les planètes plus anciennement connues,
, Jupiter et Saturne.

a lumière d'Uranus le ferait ranger parmi les étoiles
ixième grandeur ; aussi l'aperçoit-on quelquefois à
nu.

n ne voit sur le disque d'Uranus aucune trace de
es.

e temps de la révolution sidérale de la planète est,
mps moyen, de 30,686j.8, ou d'environ 84 de nos
es. Sa distance moyenne au Soleil est 19.18 fois plus
de que le rayon vecteur de la Terre, ou égale à
millions de lieues de 4 kilomètres. Le plan de l'orbite
ncliné sur l'écliptique de 46′ 28″. L'excentricité de
urbe décrite par Uranus est de 0.47. La distance
érihélie au Soleil est de 18.28, et celle de l'aphélie
20.08, la distance moyenne du Soleil à la Terre
1.

a longitude du périhélie est de 167° 30′ 24″; celle
œud ascendant de 72° 59′ 21″; la longitude moyenne
époque (1er janvier 1800) est de 173° 30′ 37″.

a force éclairante et calorifique du Soleil étant repré-
e par 1 à la surface de la Terre, n'est plus à la sur-
d'Uranus que de 0.003. En d'autres termes, la
ère et la chaleur du Soleil arrivent à Uranus avec
intensité égale à $\frac{1}{370}$, l'intensité à la surface de la
e étant 1.

'après M. Bouvard, la masse d'Uranus serait $\frac{1}{17,918}$;
ant M. Lamont elle est $\frac{1}{24.605}$, celle du Soleil étant 1.

La densité de la planète est 0.18, celle de la Terre étant 1, et la pesanteur à sa surface est 1.05, comparée également à la valeur de la pesanteur à la surface de la Terre prise pour unité.

## CHAPITRE II

### HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE D'URANUS

La découverte de la planète Uranus est une des principales conquêtes dont l'astronomie moderne a le droit de se montrer fière. Personne ne s'étonnera donc si j'en trace l'histoire avec quelques détails.

Le 13 mars 1781, entre 10 et 11 heures du soir, Herschel examinait les petites étoiles voisines de l'étoile H des Gémeaux, avec un télescope de $2^m.13$ de long, et à l'aide d'un grossissement de 227 fois. Une de ces étoiles lui parut avoir un diamètre inusité. Le célèbre astronome crut que c'était une comète. Pour vérifier sa conjecture, il substitua successivement des oculaires grossissant 460 et 932 fois, à celui que le télescope portait d'abord ; le diamètre apparent de l'étoile à l'aspect extraordinaire augmenta dans la proportion du grossissement. Il n'en fut pas de même des étoiles qui servaient de terme de comparaison : leur diamètre croissait avec beaucoup moins de rapidité. Le nouvel astre se distinguait des vraies étoiles par un autre caractère : il devenait très-faible et mal terminé quand les grossissements dépassaient certaines limites. Dans les mêmes circonstances, les images des étoiles conservaient du lustre et de la netteté. Ces remarques subtiles furent corroborées

les observations d'une autre nature. N'ayant pas les uments fixes qui, dans les grands Observatoires, ent à étudier les mouvements propres, Herschel para l'astre sur lequel son œil exercé avait saisi des nalies aux étoiles situées dans son voisinage. Un omètre à fils particulier donnait, d'une part, la dis- e rectiligne cherchée, et, de l'autre, l'angle de posi- Ces observations montrèrent bientôt que l'étoile se çait [1]. Quoiqu'elle n'eût aucune trace de barbe ou queue, Herschel n'hésita pas à la qualifier de *comète*. sous ce nom qu'il en fut d'abord question à la été royale de Londres. *Account of a Comet*, tel est le du Mémoire daté du 26 avril 1781, dans lequel, la première fois, Herschel a parlé de la planète ius (*Transactions philosophiques*, 1781, p. 492). ussitôt que les astronomes du continent eurent été is par Maskelyne, directeur de l'Observatoire de nwich, de la découverte d'Herschel, ils en firent et de leurs travaux les plus assidus. Les uns, Mes- Lemonnier, Lalande, Méchain, Reggio, Césaris, , Wargentin, etc., comparèrent, chaque nuit ne, la position de l'astre mobile à celle des étoiles situées dans son voisinage; les autres, Laplace, le dent de Saron, Méchain, Boscowich, Lexell, etc., chèrent à déterminer la courbe le long de laquelle

Si Herschel avait dirigé son télescope vers la constellation des aux onze jours plus tôt (le 2 mars au lieu du 13), le mouve- propre d'Uranus lui aurait échappé, car cette planète était lans un de ses points de station. On voit par cette remarque peuvent tenir les plus grandes découvertes astronomiques.

le déplacement s'opérait. Malgré l'extrême habileté des calculateurs, le travail était sans cesse à recommencer. Quoique l'astre marchât avec beaucoup de lenteur, on ne parvenait jamais à représenter l'ensemble de ses positions. Les observations d'un mois renversaient de fond en comble l'édifice que les observations du mois précédent avaient permis d'élever sur des bases en apparence très-solides.

Ceux que ces hésitations, que ces insuccès renouvelés étonnent aujourd'hui outre mesure, n'ont pas assez réfléchi aux idées qui devaient dominer, en 1781, les géomètres et les astronomes célèbres dont j'ai cité les noms.

L'astre nouveau était annoncé comme une comète. Toutes les comètes connues avaient suivi jusque-là des ellipses extrêmement allongées, autant vaut dire presque des paraboles. Dans l'ensemble des paraboles cométaires inscrites dans les catalogues, on ne voyait aucune distance périhélie supérieure à 4.2, la distance du Soleil à la Terre étant supposée égale à l'unité. Telles étaient les conditions dans lesquelles les calculateurs essayaient de se renfermer ; ils voulaient à toute force que la comète nouvelle, comme ses devancières, parcourût une courbe très-allongée ; ils voulaient encore que le sommet de cette orbite ne fût pas très-éloigné du Soleil. On serait injuste en ne remarquant pas combien les observations micrométriques faites par Herschel peu de temps après sa première découverte pouvaient aussi égarer les calculateurs : elles n'allaient, en effet, à rien moins qu'à faire croire qu'en très-peu de jours, qu'à la suite d'un mouvement apparent en longitude de moins

degré, la distance rectiligne du nouvel astre à la
re avait diminué presque de moitié. Ces observations
ent inexactes, dira-t-on. Sans contredit; mais, quoique
ronome fût alors peu connu[1], on ne pouvait pas natu-
ment imputer des erreurs de 1″ à 2″ dans la mesure
rométrique d'un diamètre angulaire, à l'observateur
ui il avait fallu tant de perspicacité, de pénétration,
nesse, pour saisir le caractère spécial du nouvel astre
milieu des étoiles proprement dites dont il semblait
uré.

. de Saron brisa le premier ces entraves, du moins
un des points. Le 8 mai 1781, il montra qu'on ten-
it vainement de représenter la marche de la préten-
comète, tant qu'on ne supposerait pas sa distance
hélie, sa plus petite distance au Soleil, égale au
ns à 14 fois la distance moyenne du Soleil à la
re.

e pas une fois fait, l'astre se trouvant définitivement
vé, par la remarque de M. de Saron, à la catégorie
naire des comètes; la nécessité étant désormais recon-
de mettre de côté les mesures micrométriques faites
u'alors par Herschel, les calculateurs devinrent plus
es dans leurs essais; ils abandonnèrent l'idée d'un
vement parabolique et trouvèrent qu'une orbite cir-
ire d'un rayon égal à environ 19 fois la distance du
il à la Terre, satisferait assez bien à toutes les obser-

[1] En Allemagne et en France, on écrivait son nom de la manière
nte dans les journaux et même dans les recueils scientifiques
année 1781 : Mersthel, Herthel, Hermstel, etc. On lit Horo-
e dans la *Connaissance des Temps* de 1784.

vations de déplacement angulaire dont ils pouvaient alors disposer.

Je regrette de laisser planer quelque incertitude sur le nom du savant qui reconnut le premier la nécessité de recourir à une orbite à peu près circulaire. Dans le tome IV des *Mémoires de l'Académie de Pétersbourg*, publié en 1783, Lexell disait qu'il pourrait prouver par le témoignage de plusieurs astronomes que cet honneur lui appartenait; mais la preuve, c'était pourtant l'essentiel, il ne la donna point; Lexell n'indiqua pas même la date de ses essais. Or Laplace, dans sa théorie du mouvement et de la figure elliptique des planètes, mise au jour en 1784, par les soins de M. de Saron, fait remonter au mois d'août 1781 sa détermination d'un orbe circulaire d'un très-grand rayon. En rapprochant diverses circonstances, il serait facile de prouver que dans le mois d'août 1781, Lexell n'avait certainement rien achevé encore touchant la marche circulaire du nouvel astre. Il nous manque d'ailleurs l'élément d'après lequel les droits des inventeurs sont toujours appréciés sans équivoque : la date de la publication. Dans ce cas-ci, l'attention du monde savant étant vivement excitée par la comète rebelle sans queue et sans chevelure, les correspondances privées donnaient cours sur-le-champ aux moindres paroles prononcées devant les Académies, et même aux simples conjectures communiquées confidentiellement à des amis. Aussi l'Europe entière savait-elle que notre système solaire s'était enrichi d'une belle planète, assez longtemps avant d'en avoir les preuves sous les yeux.

algré tous mes soins, je n'ai trouvé aucun moyen de oncer avec certitude que Laplace a précédé Lexell la détermination de l'orbite circulaire d'Uranus, plus qu'il ne me serait possible d'affirmer que l'as- ome de Pétersbourg a eu l'antériorité sur l'illustre nètre français[1]. Il n'y a que le président de Saron, tous les compétiteurs reconnaissent eux-mêmes les ts. La justice commande donc, ce me semble, de d'abord de Saron pour avoir montré, contre l'opi- commune, que le nouvel astre était à une immense nce : deux fois au moins plus éloigné du Soleil que rne[2], et d'attribuer ensuite, mais sans distinction, à ll et à Laplace la première preuve qu'on ait eue ne orbite circulaire représentait assez bien l'ensemble observations.

La priorité semblerait appartenir à Lexell, s'il fallait en croire émoire où Lalande parle d'une lettre de l'astronome de Péters- g, écrite de Londres en juin ou en juillet 1781, et communiquée adémie des sciences. A cela je réponds que Lexell fait mention ème de cette lettre dans son travail; qu'il cite Magellan, son spondant, comme la personne qui en donna connaissance aux émiciens de Paris; mais qu'il n'y est question que d'une orbite olique, ayant au moins 8 pour distance périhélie, « ce qui t, ajoute Lexell, à convaincre ceux des académiciens qui dou- t des résultats trouvés par le digne et respectable président aron, lequel en examinant quatre observations du nouvel astre, trouvé qu'une orbite parabolique, avec 14 de distance péri- , satisfaisait assez bien aux observations. » (*Académie de Péters- g*, t. IV.)

Si l'on mettait en question le mérite qu'il y a eu à s'assurer l'éloignement du nouvel astre était extrême, je dirais que ain, dont l'habileté comme calculateur n'a jamais soulevé un e, trouvait dans ses premiers calculs, pour la distance périhé- .46 au lieu de 8.28.

Quant aux éléments elliptiques de l'astre d'Herschel, ils ont été calculés, pour la première fois, par Laplace et par Méchain. Les éléments de Laplace furent communiqués à l'Académie des Sciences dans le mois de janvier 1783. On les trouve dans l'ouvrage intitulé : *Théorie du mouvement et de la figure elliptique des planètes.*

Herschel ne prit aucune part au long débat qui suivit l'annonce de sa belle découverte ; mais, quand les recherches de Saron, de Laplace, de Lexell eurent montré que l'étoile mobile découverte le 13 mars 1781 était, non une comète, comme on l'avait d'abord supposé, mais une grosse planète, située aux confins de notre système, il réclama le droit qui lui appartenait incontestablement, de donner un nom à ce nouvel astre. Le nom qu'Herschel proposa fut celui de *Georgium sidus*, l'astre de George [1]. L'astronome témoignait ainsi de sa juste reconnaissance envers le souverain, ami des sciences, qui venait de le placer dans une position indépendante. Lexell remarqua avec raison que le mot *sidus* (étoile) impliquait la fausse idée d'immobilité. Il proposa d'appeler la nouvelle planète *le Neptune de George III.* « Ce sera, disait-il, un moyen d'éterniser la mémoire des grands exploits que les flottes anglaises ont faits pendant les deux dernières années. ». Pour le coup, la flatterie était singulière. Je ne discuterai pas ici les exploits, mais n'était-il pas burlesque qu'en vue de les éterniser, on proposât de choisir une découverte qui n'appartenait, sous aucun rapport, à des Anglais? Ce fut, en effet, le

1. Horace avait dit *Julium sidus.*

ıvrien Herschel qui reconnut le mouvement propre ɔuvel astre ; ce furent les recherches, les calculs des çais et des Allemands qui en déterminèrent la 'e, qui en firent véritablement une planète.

ı France, Lalande voulait qu'on suivît l'usage déjà té dans des circonstances pareilles par les anato- 's, par les botanistes ; il demanda pendant plusieurs ɔs avec beaucoup de vivacité, que la nouvelle pla- s'appelât *Herschel.* Sa persistance fut sans résultat ; mis de la mythologie l'emportèrent ; mais dans ce ı aussi il existait des dissidences.

ospérin se croyait sûr du succès en proposant le de *Neptune.* Saturne ne se serait-il pas trouvé alors ses deux fils, l'un, Jupiter, plus rapproché du l que lui, l'autre, Neptune, plus éloigné ?

ɔhtenberg ne pouvait pas réussir en appuyant le d'*Astrée* sur cette considération épigrammatique ı quittant la Terre, où vainement elle avait cher- à établir son règne, la déesse de la justice dut par dépit, se réfugier le plus loin possible de notre '.

insinet ne voyait rien à opposer au choix qu'il avait u nom de *Cybèle.* Les pères des dieux, Saturne et er, occupant une place dans le firmament, ne sem- il pas impossible que leur mère en restât plus long- s bannie ?

ıde, à son tour, exposait avec une entière confiance tif qui l'avait porté à préférer le nom d'*Uranus.* On t une réparation au plus ancien des dieux ; les ns les plus enfoncées dans les profondeurs de notre

système ne convenaient-elles pas d'ailleurs à merveille au vénérable vieillard ?

Le nom d'Uranus a prévalu.

Si Lalande échoua dans son projet de décerner une sorte d'apothéose à Herschel, il fit, du moins, adopter pour désigner la nouvelle planète, un signe (♅ ou ♅), qui, à peu de chose près, reproduisit l'initiale du nom de l'illustre astronome de Slough. Ce signe est actuellement en usage en France, en Angleterre, en Italie, etc. Les Allemands ont préféré la figure (♅) que Kœhler, de Dresde, proposa, dès l'origine, pour représenter à la fois Uranus en astronomie et le platine en chimie [1].

## CHAPITRE III

### ANCIENNES OBSERVATIONS D'URANUS

Dans la supposition d'une orbite circulaire, même légèrement elliptique, décrite par Uranus, le nouvel astre, abstraction faite de la lumière du jour ou de celle que répand le crépuscule, devait avoir été également visible à toutes les époques. Comment se faisait-il donc qu'avant Herschel on ne l'eût jamais aperçu ? Par quelle fatalité

1. Le père Hell fit frapper des médailles de platine en commémoration de la découverte d'Herschel. Je rappellerai ici que les signes suivants étaient employés à la fois par les anciens chimistes pour quelques-uns des principaux métaux, et par les astronomes pour les grands corps du système planétaire :

| l'or | l'argent | le mercure | le cuivre | le fer | le zinc | le plomb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☉ | ☾ | ☿ | ♀ | ♂ | ♃ | ♄ |
| le Soleil | la Lune | Mercure | Vénus | Mars | Jupiter | Saturne |

astronomes, si attentifs à déterminer les étoiles zodia-
s, avaient-ils négligé d'en observer une toujours
sée dans cette catégorie, et qui, par son éclat, appar-
it à la sixième grandeur, c'est-à-dire aux dernières
les qu'on voie à l'œil nu?

es difficultés ne renversaient certainement pas, quant
observations de 1781, les résultats des calculs directs
arfaitement démonstratifs de Laplace et de Lexell;
s elles pouvaient conduire à supposer que le nouvel
e se mouvait dans un cercle depuis peu d'années; que
it une comète dont les perturbations avaient modifié
bite; une comète qui, après avoir parcouru pendant
siècles des courbes très-allongées, se trouvait rame-
par l'action troublante des planètes, à décrire une
se sans excentricité appréciable.

ne remarque de Bode coupa court à ces doutes, à
conjectures. En parcourant attentivement les cata-
es d'étoiles zodiacales, ce savant reconnut que Mayer
rvait, en 1756, dans la constellation des Poissons,
étoile de sixième grandeur dont on ne retrouvait
n vestige en 1781, ni à la place où le célèbre astro-
e de Gœttingue l'avait vue, ni dans le voisinage.
rès l'orbite circulaire d'un rayon dix-neuf fois plus
d que la distance moyenne de la Terre au Soleil,
e place était à peu près celle que le nouvel astre
it occuper au moment de l'observation de Mayer.

ode constata ensuite, de la même manière, que
steed inscrivait l'astre en question parmi les étoiles
acales de l'*Histoire céleste*, le 13 décembre (vieux
) de l'année 1690.

Lemonnier, en parcourant ses registres, trouva que, lui aussi, avait observé trois fois la prétendue comète d'Herschel en 1763 et en 1769; Bessel reconnut cet astre dans le grand catalogue de Bradley à la date du 3 décembre 1753; à l'observation déjà signalée par Bode dans l'*Histoire céleste* de Flamsteed, Burckhardt en ajouta quatre autres du 2 avril 1712, des 5, 6 et 11 mars 1715. Bouvard reprenant ligne à ligne les journaux manuscrits de Lemonnier, déposés à l'Observatoire de Paris, y trouva neuf observations que cet ancien académicien lui-même n'avait pas reconnues comme des positions du nouvel astre [1].

## CHAPITRE IV

### GRANDEUR D'URANUS — SA FORME — SA ROTATION

A sa distance moyenne à la Terre, le diamètre angulaire d'Uranus est d'environ 4″; son diamètre réel est 4.3, celui de la Terre étant 1. Son volume est 82 fois environ le volume de la Terre.

1. Dans ces observations, plusieurs sont d'un seul et même mois. Si les écritures eussent été tenues avec ordre, si les déterminations d'ascension droite et de déclinaison de chaque jour avaient figuré dans des colonnes régulières et en regard, un simple coup d'œil aurait fait voir à Lemonnier, en janvier 1769, qu'il observait un astre mobile, et le nom de cet astronome, au lieu du nom d'Herschel, se trouverait à jamais lié à celui d'une des principales planètes du système solaire. Mais les registres de Lemonnier étaient l'image du chaos. Bouvard me fit voir, dans le temps, que l'une des observations de la planète Uranus était inscrite sur un sac de papier qui avait anciennement contenu de la poudre à poudrer les cheveux, achetée chez un parfumeur.

Le Mémoire du 26 avril 1781, dans lequel Herschel it connaître la découverte d'Uranus, renferme aussi mesures du diamètre apparent du nouvel astre, prises c deux micromètres dont l'auteur ne fait pas con- re la nature, et à l'aide de grossissements de 932, de et de 227. Herschel trouvait pour ce diamètre, le mars 1781, 2″.9; le 2 avril, 4″.4; le 15 avril, 5″.3. premières valeurs du diamètre apparent d'Uranus éraient entre elles beaucoup plus que la forme circu- e de l'orbite ne le comportait. Les appréciations des res astronomes discordaient encore davantage. Ainsi, skelyne s'arrêtait à 3″; Lexell, à moins de 5″; les ervateurs de Milan, à 6″ ou 7″; Mayer, de Man- m, à 10″.

l'étaient, sur les volumes, des variations dans le port de 1 à 37. Herschel ne pouvait pas laisser la ndeur de la nouvelle planète dans ce misérable état certitude. Malgré l'extrême difficulté qu'on rencontre vitablement dans la mesure des très-petits angles, la fection des télescopes de Slough, la puissance ampli- tive que ces instruments supportaient, devaient faire érer, sinon des résultats mathématiquement exacts, moins une diminution considérable dans les limites erreurs possibles, en plus et en moins. Tel fut l'objet Mémoire qu'Herschel présenta à la Société royale de ndres, le 7 novembre 1782, et qui a paru dans le ume LXXIII des *Transactions philosophiques*.

Cette fois le célèbre astronome se servit du micromètre mpe de son invention (liv. XIV, chap. II, t. II, p. 66), ussi du micromètre à fils. Voici ses divers résultats :

| Dates des observations. | Instruments employés. | Grossissements. | Diamètres apparents mesurés. |
|---|---|---|---|
| 19 novembre 1781, | micromètre à fils.... | 227 fois | 5″.2 |
| 28 *id.* | micromètre à lampe. | 227 fois | 5 .0 |
| 9 septembre 1782, | micromètre à fils.... | 460 fois | 4 .2 |
| 4 octobre 1782, | micromètre à lampe. | 227 fois | 3 .7 |
| 12 *id.* 1782, | *id.* | 227 fois | 4 .2 |
| 19 *id.* 1782, | *id.* | 227 fois | 3 .8 |
| 26 *id.* 1782, | *id.* | 227 fois | 3 .5 |
| 4 novembre 1782, | *id.* | 227 fois | 4 .3 |

L'accord n'était pas aussi parfait qu'on aurait pu le désirer. L'auteur des observations en convenait lui-même. Aussi, tout ce qu'il se hasardait à conclure de l'ensemble des résultats, c'est que le diamètre apparent d'Uranus ne devait être ni sensiblement plus grand, ni sensiblement plus petit que 4″ ; c'est que le diamètre réel de la nouvelle planète se trouvait entre quatre fois et quatre fois et demie le diamètre réel de la Terre.

Les astronomes admettent tous aujourd'hui un diamètre apparent de 3″.9 pour la distance moyenne de la planète à la Terre, ce qui donne la figure suivante (fig. 347) pour la grandeur apparente d'Uranus réduite

Fig. 347. — Grandeur apparente du disque d'Uranus à la distance moyenne de la planète à la Terre.

à la même échelle (1 millimètre pour 1 seconde) que les figures qui représentent déjà dans cet ouvrage les grandeurs apparentes des disques de Mercure, de Vénus, de Mars, de Jupiter et de Saturne.

Il y a dans le Mémoire d'Herschel de 1782 une pre-

re tentative pour déterminer la forme d'Uranus. A
date du 13 octobre 1782, l'illustre astronome disait
ayant observé la planète avec des grossissements de
, de 278, de 460, et même de 625 fois, le disque
parut parfaitement tranché et circulaire. Il ne dou-
pas qu'un aplatissement égal à celui du globe de
iter n'eût été alors parfaitement visible.

Plus tard, des traces d'aplatissement s'offrirent au
nd astronome. Le 26 février 1794, par exemple, il
vait dans son journal : « Télescope de 20 pieds
.09), 480 de grossissement : la planète paraît un peu
ngée dans la direction des plus grands axes des
ites des satellites. »

L'année d'après, le 21 avril 1795 : « Le télescope de
pieds ($3^m.04$), grossissant 400 fois, donnait à la
nète une forme légèrement elliptique. Cette forme
ptique persistait quand, au premier oculaire, on en
stituait un second qui portait le grossissement à 600
.

De toutes les tentatives que fit Herschel pour s'assurer
a vraie figure d'Uranus, celle qui le convainquit le
ux de l'existence d'un aplatissement porte la date du
ars 1792. Il y employa un miroir de 6 mètres nou-
ement poli ; des grossissements de 240, de 300, de
, de 800, de 1,200, même de 2,400, et toujours avec
résultat identique.

Une forme qui s'était également révélée, avec des
ssissements si divers et à l'aide de télescopes de 2,
3 et de 6 mètres, ne semblait pas pouvoir résulter
imples illusions d'optique. « J'en conclus donc, sans

hésiter, disait Herschel, que la planète de George tourne sur son axe avec une grande vitesse. »

M. Mædler, par des observations récentes, a cru également y avoir constaté l'existence d'un aplatissement sensible égal à 1/10e. Le diamètre le plus court, au lieu d'être perpendiculaire au plan de l'orbite, ferait avec ce plan un angle de 76°. Mais d'autres astronomes sont en désaccord, sous ce rapport, avec le savant observateur de Dorpat. M. Otto Struve, par exemple, dit avoir trouvé le disque d'Uranus parfaitement circulaire avec la puissante lunette de Poulkova.

La grande vitesse de rotation n'est guère douteuse si l'aplatissement d'Uranus est sensible ; mais cet aplatissement, je ne saurais dire pourquoi l'astronome de Slough n'en a jamais déterminé la valeur. Y a-t-il une différence entre deux diamètres rectangulaires d'un disque ? Cette question est assurément plus facile à résoudre par des mesures micrométriques que par une simple inspection d'un disque amplifié. Ce n'est pas dans ce cas-ci qu'une chose visible se déroberait à la puissance des instruments.

Dans Jupiter, dans Saturne, les plans des orbites des satellites font de très-petits angles avec le plan de l'équateur de la planète. En étendant, par analogie, ce résultat à Uranus, nous arriverons à une conséquence singulière : nous trouverons que l'axe de rotation hypothétique de cette planète doit être à peu près couché sur l'écliptique, car les satellites se meuvent perpendiculairement à ce plan. Il y aura donc des époques où l'aplatissement, quel qu'il soit, ne sera pas visible. Un ellipsoïde paraît

lemment un cercle quand le prolongement de son axe révolution passe par l'œil de l'observateur. Uranus ffrira donc aucune trace d'ellipticité quand son petit sera dirigé vers la Terre, c'est-à-dire deux fois pen- ıt chaque révolution de la planète autour du Soleil. Plusieurs fois dans ses études télescopiques, en 1787 iroir de 6 mètres), en 1789, Herschel crut voir Uranus était entouré de deux anneaux placés perpen- ulairement l'un à l'autre. Cette forme persistait avec grossissements de 157, de 300, de 480, de 589, et si quand on faisait tourner sur leur axe, soit le miroir, l'oculaire. Malgré cela, une observation du 26 février )2, faite avec un miroir de 2 mètres de foyer, ayant ntré, durant $3^h$ 1/2, l'apparence d'anneau dans la me position relativement au tuyau du télescope, quoi- dans ce long intervalle il eût dû y avoir un change- nt considérable par l'effet du mouvement diurne du l, Herschel s'arrêta décidément à l'opinion qu'Uranus point d'anneau.

## CHAPITRE V

### SATELLITES D'URANUS

L'immense éloignement d'Uranus, son petit diamètre gulaire, la faible intensité de sa lumière, ne permet- ent guère d'espérer que si cet astre avait des satellites ıt les grandeurs fussent, relativement à sa propre ndeur, ce que les satellites de Jupiter, de Saturne, t par rapport à ces deux grosses planètes, aucun

observateur parvînt à les apercevoir de la Terre. Herschel n'était pas homme à s'arrêter devant ces conjectures décourageantes. De puissants télescopes dans leur construction ordinaire, c'est-à-dire avec les deux miroirs conjugués, ne lui ayant rien fait découvrir, il les remplaça, au commencement de janvier 1787, par des télescopes *front-view*, par des télescopes qui donnent beaucoup plus d'éclat aux objets, car le petit miroir est alors supprimé, et avec lui disparaît une des causes de déperdition de lumière.

En se servant, le 11 janvier 1787, d'un télescope *front-view* (dont les dimensions ne sont pas données[1]): Herschel vit Uranus entouré de quelques étoiles très-petites. Leurs positions, relativement à la planète, furent marquées avec toute la précision possible. Le lendemain deux de ces étoiles avaient disparu!

Cet indice de l'existence des satellites amena les observations très-scrupuleuses des 14, 17, 18, 24 janvier ; les observations des 4 et 5 février, et surtout celles du 7 du même mois. Ce dernier jour, l'illustre astronome resta, pendant neuf heures consécutives, l'œil constamment appliqué au télescope, et il eut la satisfaction de voir un satellite se mouvoir graduellement le long d'une portion considérable de son orbite. L'existence d'un second satellite ne fut pleinement constatée que le surlendemain 9.

1. D'après ce que je lis dans un Mémoire d'Herschel de 1815, il est évident que pour les observations des satellites d'Uranus, il s'est ordinairement servi de télescopes de 20 pieds anglais (6m.09) de long. Des télescopes plus courts ne font pas voir même les plus brillants de ces astres.

:ette série d'observations, quoique étendue jusqu'au février, ne permettait pas d'assigner avec beaucoup ›précision le temps que les deux satellites employaient ırcourir le contour entier de leurs orbites. Aussi, schel, toujours sincère, se borna-t-il à en conclure :

)ue la révolution synodique du premier satellite, du ; voisin d'Uranus, s'opérait en huit jours et trois rts environ ;

)ue la durée de la révolution du second était à peu ; de treize jours et demi ;

)ue les plans des deux orbites faisaient l'un et l'autre : l'écliptique des angles considérables.

[erschel, comme on le pense bien, chercha à étendre premiers résultats. Dans un Mémoire daté du 14 embre 1797 (voir le LXXVIII^e volume des *Transactions 'osophiques*), il annonça :

)u'il avait constaté l'existence de quatre nouveaux llites, ce qui portait le nombre total à six.

.es positions relatives de ces six satellites d'Uranus et late de leur découverte se trouvent consignées dans petit tableau que j'extrais du Mémoire d'Herschel :

| | Dates des découvertes. |
|---|---|
| Premier satellite, le plus rapproché de la planète | 18 janvier 1790 |
| Deuxième satellite, le plus rapproché de la planète parmi les deux anciens | 11 janvier 1787 |
| Troisième satellite | 26 mars 1794 |
| Quatrième satellite, le plus éloigné des deux anciens | 11 janvier 1787 |
| Cinquième satellite | 9 février 1790 |
| Sixième satellite, celui de tous qui est le plus éloigné de la planète | 28 février 1794 |

Herschel avait trouvé tant de difficultés, non-seulement à observer, mais, qui plus est, à apercevoir ces astres presque invisibles; il lui était si souvent arrivé de prendre pour des satellites de très-petites étoiles situées accidentellement dans le voisinage de la planète, qu'il n'osait presque pas, à la date de son second Mémoire, aborder encore la question de la durée des révolutions périodiques. Pour satisfaire néanmoins la curiosité des astronomes, il présenta les résultats suivants :

| | Durée de la révolution. | |
|---|---|---|
| 1er satellite. | 5j 21h 25m. | Déduite, par la troisième loi de Kepler, de la révolution déjà trouvée du quatrième, et de la supposition que le rayon de l'orbite de ce premier satellite sous-tend un angle de 25″.5. |
| 2e satellite. | 8j 3/4..... | Déterminée en 1787. |
| 3e satellite. | 10j 23h 4m. | Déduite de l'hypothèse que ce satellite est juste au milieu de l'intervalle compris entre le deuxième et le quatrième, ou que sa distance au centre de la planète est égale à 38″.6. |
| 4e satellite. | 13j 1/2..... | Déterminée en 1787. |
| 5e satellite. | 38j 1h 49m. | Déduite d'une observation de distance qui plaçait ce cinquième satellite deux fois plus loin de la planète que le quatrième. |
| 6e satellite. | 107j 16h 40m au moins. | Déduite d'une observation d'où il résultait que ce sixième satellite était au moins quatre fois aussi éloigné de la planète que le quatrième. |

Ces résultats sont assez peu satisfaisants, et néanmoins ils ont encore une apparence d'exactitude usurpée, car il n'est pas légitime de donner jusqu'à la précision des minutes, des nombres calculés, à la détermination des-

s ont concouru d'autres nombres qui eux peuvent être
ctés d'erreurs s'élevant à plusieurs heures.

e que le Mémoire de 1797 renferme de plus impor-
se trouve contenu dans cette phrase, donnée au reste
développement : « Je saisis l'occasion d'annoncer que
ouvement des *Georgian satellites* est rétrograde. »

e troisième et dernier Mémoire d'Herschel sur les
llites d'Uranus est du 8 juin 1815. Plusieurs astro-
es conservaient des doutes sérieux sur l'existence des
re satellites annoncés dans le Mémoire de 1797. A
le de diverses observations faites pendant l'année
8, Herschel ajoute de nouveaux arguments à ceux
avait déjà présentés concernant le mouvement propre
quatre petits astres aperçus en 1797 près d'Uranus;
moins on voit clairement que son intention est encore
e renfermer, à ce sujet, dans la limite des simples
babilités.

uant aux deux satellites découverts les premiers, je
x dire les satellites de 1787, Herschel en perfectionne
sidérablement la théorie dans son Mémoire de 1815.
discussion laborieuse lui donne pour les temps des
lutions synodiques, qu'il avait précédemment expri-
en fractions de jour seulement :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8j | 16h | 56m | 5s |
| 13 | 11 | 8 | 59 |

e nœud ascendant des orbites, Herschel le place par
° 50′.

'inclinaison des plans des orbites au plan de l'éclip-
e, il la trouve de 78° 58′.

Enfin il renouvelle, quant au sens du mouvement des deux satellites, son assertion de 1797; il proclame sans équivoque le résultat suivant, remarquable surtout comme une anomalie unique dans l'ensemble des mouvements de notre système solaire, si l'on excepte les comètes : « Les deux satellites d'Uranus circulent autour de la planète en rétrogradant; » ou bien, car c'est la même chose, les termes seuls diffèrent, « ces satellites décrivent les arcs septentrionaux compris entre les nœuds ascendants et les nœuds descendants de leurs orbites, par des mouvements dirigés de l'est à l'ouest. »

Suivant Herschel, des deux satellites incontestés, le premier (le plus rapproché de la planète) serait en général plus lumineux que l'autre.

En observant assidûment ces deux satellites, le grand astronome de Slough a cru trouver aussi que leurs intensités comparatives varient beaucoup, que même le second satellite surpasse quelquefois le premier.

Ces variations, l'auteur les expliquerait, soit à l'aide d'un mouvement de rotation des satellites, d'où résulterait que durant chaque révolution autour de la planète, ces petits astres nous présenteraient tour à tour les diverses parties, sans doute inégalement lumineuses, de leurs surfaces; soit, si les changements d'intensité n'étaient pas réguliers, par des atmosphères qui couvriraient ou laisseraient successivement à nu des portions plus ou moins étendues des corps obscurs intérieurs, ainsi qu'on l'observe dans le Soleil, dans Jupiter et dans

De l'ensemble des observations consignées dans le moire de 1797 découlait cette conséquence que les ellites d'Uranus ne sont jamais visibles quand leur tance angulaire à la planète est au-dessous de certains nbres. Pour le premier satellite, cette distance limite de 14″, et pour le second de 17″.

De pareilles disparitions ne sauraient être attribuées à fluence d'une atmosphère d'Uranus, puisque le phénène a également lieu soit que le satellite se trouve la portion antérieure ou sur la portion postérieure de orbite. On n'aurait pas plus de raison d'en chercher cause dans des mouvements de rotation, mouvements ù résulterait qu'à partir de certaines distances à la nète, les satellites nous présenteraient des faces comrativement obscures. Les autres circonstances étant les, les très-petites étoiles s'effacent, en effet, aux mes distances que les satellites. Il ne faut donc voir tout cela qu'une confirmation de cette maxime d'opue : une grande lumière empêche de voir les lumières s-faibles placées dans son voisinage ; seulement, il y a cette singularité qu'Uranus joue le rôle d'une grande nière.

On pourrait se demander : l'auréole lumineuse dont anus était entouré et qui effaçait les satellites et les s-petites étoiles, existait-elle au foyer comme effet s aberrations des miroirs des télescopes, ou naissait-elle ns l'œil à raison du dépoli de la cornée? Pour résoudre question, il eût suffi de rechercher si en couvrant Uranus ec un mince fil placé au foyer, on aurait fait renaître le ellite à des distances où il s'était d'abord effacé quand

la planète était visible. Il est dommage qu'Herschel n'ait pas songé à faire ce genre d'observations.

Le travail d'Herschel eût été incomplet s'il n'avait pas présenté en secondes de degré les élongations des deux satellites. Rien d'ailleurs n'était plus propre à montrer combien les observations de ces astres, vraiment microscopiques, offrent de difficultés. Parvenu à ce point l'astronome hésite; les discordances de ses résultats partiels lui reviennent alors désagréablement à l'esprit. Forcé de prendre un parti, il s'arrête, pour l'époque de ses observations, à 36″ comme élongation réelle du premier satellite, et à 48″ comme élongation du second.

Quelques mots suffiront, s'il faut indiquer ici le peu que nous avons appris sur les satellites d'Uranus, depuis les travaux de William Herschel dont je viens de donner l'analyse.

En mettant à profit ses propres observations des années 1828, 1830, 1831 et 1832, le fils du grand astronome a trouvé les nombres suivants, pour les temps périodiques des deux satellites de 1787, les seuls qu'il soit parvenu à voir avec ses télescopes de 6 mètres nouvellement polis :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8j | 16h | 56m | 31s.3 |
| 13 | 11 | 7 | 12.6 |

Les recherches de sir John Herschel sont de 1834. Elles ont paru l'année suivante dans le tome VIII du recueil que publie la Société astronomique. Le Mémoire dont il me reste à rendre compte est encore plus récent. Il fait partie du volume des *Transactions philosophiques* de 1838. Ce travail a pour auteur M. Lamont, directeur

Observatoire royal de Munich. Voici ce qu'on y trouve ernant les temps des révolutions des deux satellites :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8j | 16h | 56m | 28s.5 |
| 13 | 11 | 7 | 6.3 |

. Lamont donne pour les rayons de leurs orbites osées circulaires :

31".3
40 .1

es deux derniers résultats sont relatifs à une distance planète à la Terre exprimée par le nombre 19.223, stance moyenne de la Terre au Soleil étant l'unité.

. Lamont a cru apercevoir, dans ses observations des principaux satellites d'Uranus, des indices évidents ellipticité des orbites; mais il a réservé pour un temps nir l'examen détaillé de cette question délicate. Ses ils actuels, comme ceux de MM. William et John schel, ont été faits dans l'hypothèse de mouvements ilaires.

. Lamont dit aussi, dans son Mémoire, avoir vu et rvé le sixième satellite d'Uranus alors connu, dans irée du 1er octobre 1837.

a masse d'Uranus que M. Lamont déduit de ses obser- ns des deux principaux satellites, est de $\frac{1}{24,600}$, c'est- e d'un quart plus petite que celle dont M. Bouvard ouvé la valeur d'après les perturbations produites a planète.

'illiam et John Herschel se sont servis, pour leurs rvations des satellites d'Uranus, de télescopes de

12 et de 6 mètres. M. Lamont a fait usage d'une lunette achromatique de $4^m.87$ de long et de $0^m.28$ d'ouverture, construite à Munich.

Sir John Herschel a signalé aux astronomes un *criterium* d'après lequel ils seront en mesure de décider si leurs instruments sont assez forts et leur vue assez délicate pour qu'ils puissent se livrer avec quelques chances de succès à la recherche des satellites d'Uranus. Voici en quoi il consiste.

Entre les étoiles $\beta^1$ et $\beta^2$ du Capricorne, vers le milieu de leur intervalle en ascension droite, un tant soit peu au nord de la ligne droite qui les joindrait, il existe une étoile double, composée de deux étoiles de seizième et de dix-septième grandeur, distantes l'une de l'autre d'environ 3″. Tout instrument qui ne montrera pas distinctement ces deux étoiles de seizième et de dix-septième grandeur, ne pourra certainement pas servir à l'observation des satellites d'Uranus. Sir John Herschel a trouvé, en effet, dans son Journal astronomique, je ne sais à quelle date, cette remarque décisive : « Les deux composantes de l'étoile double comprise entre $\beta^1$ et $\beta^2$ du Capricorne, sont des objets splendides en comparaison des satellites d'Uranus.

Sir John Herschel pose encore comme une nécessité dans l'observation de ces satellites un grossissement de 300 fois au moins, quelle que soit d'ailleurs l'ouverture, et dès lors la puissance lumineuse de l'instrument employé. Son père n'était pas tout à fait aussi affirmatif. Les grossissements de 300 et au delà ne lui semblaient indispensables que pour arriver à la vision permanente,

nue des satellites. William Herschel les découvrit un grossissement de 157 fois seulement; mais il ne percevait alors que par moments, comme des étin-s. Leur observation continue ne devint possible vec des grossissements de 300, 600 et 800.

ıe découverte récente a ajouté un nouvel intérêt à le du monde d'Uranus. Les 24, 28 et 30 octobre novembre 1851, M. Lassell a observé distinctement nouveaux satellites situés plus près encore de la ète que le premier satellite de William Herschel t une révolution d'environ 5 jours et 21 heures.

résulte de la découverte de M. Lassell que le nombre satellites d'Uranus aujourd'hui connus s'élève à 8, 'il faut changer les numéros d'ordre qui avaient été is par les travaux d'Herschel, ces numéros d'ordre nt représenter l'ordre des distances des satellites à anète.

s deux plus visibles des huit satellites d'Uranus le quatrième et le sixième. Les temps de leurs utions ont été déterminés avec une grande pré-ı.

ıant aux autres satellites d'Uranus, les périodes ont énéralement déduites de la mesure de leurs plus les élongations par la troisième loi de Kepler.

ux des huit satellites n'ont été aperçus par aucun nome depuis l'annonce de leur découverte par Wil-Herschel. On pourrait donc, à toute rigueur, douter ur existence. Quant au troisième, il a été aperçu ıment par M. Lassell, de Liverpool, et par M. Otto e, de Poulkova. Le cinquième, intermédiaire entre

les deux plus brillants, a été vu par M. Lassell à l'aide d'un puissant télescope.

Les orbites du quatrième et du sixième satellite sont presque perpendiculaires à l'écliptique, leurs inclinaisons sur ce plan ne sont pas au-dessous de 79°.

Les distances moyennes des satellites à Uranus, le demi-diamètre de la planète étant 1, et les durées de leurs révolutions, sont représentées par les chiffres suivants :

| Nos d'ordre des satellites. | Distances moyennes. | Durées des révolutions. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1er | 7.44 | 2j.52 | ou | 2j 12h | 28m | 48s |
| 2e | 10.37 | 4.14 | | 4 3 | 27 | 22 |
| 3e | 13.12 | 5.89 | | 5 21 | 25 | 55 |
| 4e | 17.01 | 8.71 | | 8 16 | 55 | 12 |
| 5e | 19.85 | 10.96 | | 10 23 | 3 | 50 |
| 6e | 22.75 | 13.46 | | 13 11 | 6 | 43 |
| 7e | 45.51 | 38.08 | | 38 1 | 48 | 0 |
| 8e | 91.01 | 107.69 | | 107 16 | 39 | 22 |

Les dates des découvertes de ces petits astres se résument ainsi :

| Nos d'ordre des satellites d'après leurs distances à Uranus. | Nos d'ordre d'après leur découverte. | Dates de leurs découvertes. |
|---|---|---|
| 1 | 7 | octobre 1851 |
| 2 | 8 | octobre 1851 |
| 3 | 3 | 18 janvier 1790 |
| 4 | 1 | 11 janvier 1787 |
| 5 | 6 | 26 mars 1794 |
| 6 | 2 | 11 janvier 1787 |
| 7 | 4 | 9 février 1790 |
| 8 | 5 | 28 février 1794 |

Nous répétons en terminant que les satellites d'Uranus parcourent leurs ellipses autour de la planète par un mouvement rétrograde, ou dirigé de l'orient à l'occident.

mouvements propres de ces corps s'exécuteraient c (les comètes mises à part) en sens contraire des ıvements propres de toutes les planètes principales, ıeurs satellites et de tous les mouvements de rotation nus. C'est là, pour le dire en passant, une puissante ·ction contre les systèmes cosmogoniques le plus en lit.

# LIVRE XXXI

## NEPTUNE

---

## CHAPITRE PREMIER

### ASPECT DE NEPTUNE — SON MOUVEMENT PAR RAPPOR AU SOLEIL

La planète Neptune a été découverte à Berlin, le 23 septembre 1846, par M. Galle; elle occupait dans le ciel à très-peu près la place que M. Le Verrier lui avait assignée par les remarquables calculs qui en avaient démontré l'existence très-probable. J'avais proposé de lui donner le nom de Le Verrier, comme j'eusse voulu qu'on laissât à la planète Uranus le nom d'Herschel. Cette opinion, que m'inspiraient l'amour des sciences et un légitime sentiment de nationalité, n'a pas prévalu.

La planète Neptune est représentée par un trident ♆, attribut du dieu des mers.

Cette planète n'est pas visible à l'œil nu; elle a l'aspect d'une étoile de huitième grandeur.

Elle se meut avec une grande lenteur dans une orbite qui fait avec le plan de l'écliptique un angle de 1° 46′ 59″. La durée de la révolution sidérale est de 164 ans et 266 jours. La durée de la révolution synodique, ou l'intervalle qui s'écoule entre deux conjonctions, est de 367 jours.

ı distance moyenne de Neptune au Soleil est de
'4, la distance moyenne de la Terre à l'astre radieux
: 1.

excentricité de l'orbite est de 0.0087, et par consé-
.t la distance périhélie est représentée par 29.78 et
stance aphélie par 30.30. Neptune s'éloigne donc
astre central du système planétaire jusqu'à 1,158
ons de lieues et ne s'en approche jamais qu'à une
nce minimum de 1,138 millions de lieues de 4 kilo-
es chacune.

ı longitude du périhélie est de 47° 14′ 37″ ; celle du
d ascendant de 130° 6′ 52″ ; la longitude moyenne
époque (1er janvier 1800) est de 335° 8′ 58″.

es quantités de chaleur et de lumière envoyées par le
l à la Terre étant 1, les quantités reçues à la surface
Neptune sont 0.001 seulement.

## CHAPITRE II

### GRANDEUR DE NEPTUNE

ı diamètre de Neptune pour la distance moyenne de
anète à la Terre est de 2″.7.

ı figure 348 représente le disque apparent de Nep-

g. 348. — Grandeur apparente du disque de Neptune à la distance moyenne de la planète à la Terre.

réduit à la même échelle (1 millimètre pour 1
ıde) que les figures qui, dans cet ouvrage, donnent

les grandeurs relatives des disques apparents des autres planètes principales (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus).

Le diamètre réel de Neptune est de 4.8, celui de la Terre étant pris pour unité. Il en résulte que la planète a un volume 110 fois plus considérable que celui de notre globe. Sa densité est de 0.222, celle de la Terre étant 1. La pesanteur à la surface de Neptune, comparée à la pesanteur à la surface de notre globe, est 1.10.

Les déterminations de la masse de Neptune ont donné des nombres très-différents. Évaluée, par rapport à celle du Soleil prise pour unité, à $\frac{1}{9,322}$ par M. Le Verrier, à $\frac{1}{6,010}$ par M. Adams avant la découverte de la planète, cette masse, déduite des observations, a été trouvée être de $\frac{1}{14,446}$ par MM. Otto et Auguste Struve, de $\frac{1}{15,480}$ par M. Lassell, de $\frac{1}{17,000}$ par M. Hind, de $\frac{1}{18,780}$ par sir John Herschel, de $\frac{1}{19,400}$ par M. Bond.

## CHAPITRE III

### HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE NEPTUNE

On possédait, en 1820, quarante années d'observations méridiennes régulières d'Uranus. En outre, cette planète avait été observée dix-neuf fois depuis 1690 jusqu'en 1771 par Flamsteed, Bradley, Mayer et Lemonnier qui ne soupçonnaient pas alors que la prétendue étoile de sixième grandeur dont ils fixaient accidentellement les coordonnées astronomiques appartenait à notre

ème planétaire. On devait penser qu'en s'aidant de
es ces données de l'observation et leur appliquant les
ressions analytiques des perturbations produites par
iter et par Saturne, qui se trouvaient développées
s le tome III de la *Mécanique céleste* de Laplace, on
rrait construire des tables représentant exactement le
ıvement de la planète découverte par Herschel. Le
ıbre des observations était assez considérable, et ces
ervations étaient réparties sur des intervalles de temps
z grands pour qu'on n'eût pas à redouter les erreurs
se présentent forcément lorsqu'on détermine l'orbite
n astre par les observations d'une trop petite portion de
parcours. Cependant, quand, en 1821, Alexis Bou-
d publia les tables d'Uranus, il n'avait pu arriver à
sfaire convenablement tant aux observations modernes
aux observations anciennes. « Telle est l'alternative que
sente la formation des tables de la planète Uranus, di-
alors l'infatigable calculateur, que si l'on combine les
ervations anciennes avec les modernes, les premières
ont passablement représentées, tandis que les secondes
le seront pas avec la précision qu'elles comportent;
que, si l'on rejette les unes pour ne conserver que les
res, il en résultera des tables qui auront toute l'exac-
de désirable relativement aux observations modernes,
is qui ne pourront satisfaire convenablement aux obser-
ions anciennes. Il fallait se décider entre ces deux
tis : j'ai dû m'en tenir au second, comme étant celui
réunit le plus de probabilités en faveur de la vérité.
e laisse aux temps à venir le soin de faire connaître si
difficulté de concilier les deux systèmes tient réellement

à l'inexactitude des observations anciennes, ou si elle dépend de quelque action étrangère et inaperçue qui aurait influencé la marche de la planète. »

L'avenir ne tarda pas à montrer que cette dernière hypothèse, avancée timidement par Bouvard, était la vraie. Quelques années s'étaient à peine écoulées que déjà il était prouvé que les tables de Bouvard ne pourraient satisfaire aux observations nouvelles d'Uranus. L'idée de l'existence d'une force perturbatrice inconnue vint à l'idée de tous les astronomes. Quelle était cette force? En juin 1829, M. Hansen écrivait à Bouvard que pour expliquer les différences qui existaient entre les observations de chaque jour et les tables d'Uranus, il fallait recourir aux perturbations de deux planètes inconnues. Bouvard admit dès cette époque que l'on devait reconstruire les tables de la planète d'Herschel afin de les perfectionner et de pouvoir connaître exactement la valeur des perturbations, et il confia ce soin en 1834 à son neveu, M. Eugène Bouvard. Il avait l'espérance que, retournant le problème ordinaire des perturbations qui consiste à déterminer leur grandeur d'après la connaissance des mouvements des astres troublants, on pourrait conclure les éléments de l'orbite du principal de ces astres d'après les valeurs observées des différences existant entre les positions réelles d'Uranus et les positions assignées par les calculs qui ne tenaient compte que de l'action de Saturne et de Jupiter. Cette espérance était partagée par Bessel qui, à la date du 8 mai 1840, écrivait à mon illustre ami, Alexandre de Humboldt :

« Vous me demandez des nouvelles de la planète située

delà d'Uranus. Je pourrais vous adresser à quelques-
de mes amis de Kœnigsberg qui croient en savoir
s que moi-même sur ce point. J'avais choisi pour texte
ne leçon publique, le 28 février 1840, l'exposé des
ports qui existent entre les observations astronomiques
astronomie elle-même. Le public ne fait pas de dif-
nce entre ces deux objets; il y avait donc lieu de
resser son opinion. La part de l'observation dans le
eloppement des connaissances astronomiques me con-
ait naturellement à remarquer que nous ne pouvions
certains d'expliquer par notre théorie tous les mou-
ents des planètes. Je citai comme preuve Uranus; les
ennes observations dont cette planète a été l'objet ne
cordent nullement avec les éléments déduits des obser-
ons plus récentes faites de 1783 à 1820. Je crois vous
r déjà dit que j'ai beaucoup étudié cette question;
s tout ce que j'ai retiré de mes efforts, c'est la certi-
e que la théorie actuelle, ou plutôt l'application que
en fait au système solaire tel que nous le connais-
s aujourd'hui, ne suffit point à résoudre le mystère
ranus. Ce n'est pas, à mon sens, une raison pour dés-
rer du succès. Il nous faut d'abord connaître exac-
ent et d'une manière complète tout ce qui a été
rvé sur Uranus. J'ai chargé un de mes jeunes audi-
s, Flemming, de réduire et comparer toutes les obser-
ons, et maintenant j'ai là réunis sous la main tous les
constatés. Si les anciennes déterminations ne con-
nent déjà point à la théorie, celles d'aujourd'hui s'en
tent plus encore; car actuellement l'erreur est d'une
ute entière, et elle s'accroît de 7 à 8 secondes par an,

de sorte qu'elle sera bientôt plus considérable. J'ai eu l'idée, d'après cela, qu'un moment viendra où la solution du problème serait peut-être bien fournie par une nouvelle planète dont les éléments seraient reconnus d'après son action sur Uranus et vérifiés d'après celle qu'elle exercerait sur Saturne. »

Le problème de la détermination de la planète qui pouvait causer les perturbations mystérieuses d'Uranus était donc posé publiquement, lorsque, en 1845, je conseillai vivement à M. Le Verrier de s'en occuper. Il était temps, puisque, en Angleterre, un jeune astronome de l'Université de Cambridge, M. Adams, traitait la question dès cette même année et parvenait de son côté à la résoudre. Mais, je me hâte de le dire, M. Adams ne publia rien, et son travail, très-bien fait d'ailleurs, ne servit en aucune façon à faire découvrir l'astre inconnu.

M. Le Verrier dut avant tout chercher à obtenir les valeurs véritables des parties des perturbations d'Uranus que ne pouvaient pas expliquer les planètes jusqu'alors connues. Il dut d'abord corriger les éléments adoptés pour Uranus, puis construire des éphémérides exactes qui pussent être comparées avec les observations, de manière à mettre en évidence les perturbations dues à l'astre cherché. L'habile géomètre fit ses comparaisons non-seulement avec les anciennes observations de Flamsteed, de Lemonnier, de Bradley, de Mayer, de l'Observatoire de Greenwich et de l'Observatoire de Paris qui avaient été publiées; il put en outre profiter, comme il le dit lui-même, « des excellentes observations inédites faites à Paris de 1835 à 1845, et que je lui confiai. » Après une réduc-

attentive des observations, il obtint des valeurs cer-
es des perturbations dont la théorie ne pouvait rendre
pte, et les introduisant dans les formules qui les expli-
ent par l'existence d'une nouvelle planète, il obtint
éléments approximatifs de celle-ci. Le 31 août 1846,
Le Verrier publia les résultats définitifs de ses recher-
: il indiqua que la planète devait se trouver alors
s la constellation du Capricorne, à une petite distance
est de l'étoile $\delta$ de cette constellation. M. Le Verrier
muniqua ces résultats aux divers astronomes des
rvatoires de l'Europe. M. Galle, de Berlin, lui répon-
e 25 septembre : « La planète dont vous avez signalé
osition existe réellement. Le jour même où j'ai reçu
e lettre, je trouvai une étoile, de huitième grandeur,
n'était pas inscrite dans l'excellente carte *Hora* XXI
ssinée par M. le docteur Bremiker), de la collection
artes célestes publiée par l'Académie royale de Ber-
L'observation du jour suivant décida que c'était la
ète cherchée. » La position dans laquelle M. Galle
t vu la planète ne différait que d'un degré environ de
que lui avait assignée M. Le Verrier. Le calcul avait
que la longitude héliocentrique de la planète cher-
était de 327° 24′ au 1er janvier 1847 ; l'observation
'astre découvert donna 326° 32′.

ne telle découverte doit occuper une place impor-
e dans l'histoire de l'astronomie. La méthode suivie
M. Le Verrier diffère complétement de tout ce qui a
enté auparavant par les géomètres et les astronomes.
x-ci ont quelquefois trouvé accidentellement un point
ile, une planète, dans le champ de leur télescope;

M. Le Verrier a aperçu le nouvel astre sans avoir besoin de jeter un seul regard vers le ciel ; il l'a vu au bout de sa plume ; il a déterminé par la seule puissance du calcul la place et la grandeur approximatives d'un corps situé bien au delà des limites jusqu'alors connues de notre système planétaire, d'un corps dont la distance au Soleil surpasse 1,100 millions de lieues, et qui, dans nos plus puissantes lunettes, offre à peine un disque sensible. Ainsi la découverte de M. Le Verrier est une des plus brillantes manifestations de l'exactitude des systèmes astronomiques modernes. Elle encouragera les géomètres d'élite à chercher avec une nouvelle ardeur les vérités éternelles qui restent cachées, suivant une expression de Pline, dans la majesté des théories.

Je suis certain que dans l'appréciation à laquelle je viens de me livrer de la grande découverte qui a tenu le monde scientifique en émoi, je n'ai pas été entraîné au delà des plus strictes limites de la vérité et de la justice. Voici au surplus, comment d'illustres astronomes parlent du travail de notre compatriote. Les lignes qui suivent sont extraites d'une lettre de M. Encke à M. Le Verrier, en date du 28 septembre 1846 :

« Permettez-moi, Monsieur, de vous féliciter avec une entière sincérité, de la brillante découverte dont vous avez enrichi l'astronomie. Votre nom sera à jamais lié à la plus éclatante preuve de la justesse de l'attraction universelle qu'on puisse imaginer. » Je crois que ce peu de mots renferme tout ce que l'ambition d'un savant peut souhaiter. Il serait superflu d'y ajouter quelque chose.

l. Schumacher s'exprime en ces termes dans une
re d'Altona, en date du 28 septembre :

Quoique vous sachiez par M. Encke, que votre pla-
a été trouvée, presque précisément à la place et sous
circonstances que vous avez prédites (le diamètre
ne étant de 3″), je ne peux pas résister au penchant
mon cœur, en vous transmettant sans retard mes féli-
tions les plus sincères sur votre brillante découverte.
st le plus noble triomphe de la théorie que je con-
se. »

Comment les astronomes de Paris, ceux d'Angleterre;
ment les astronomes d'Italie, surtout, placés sous un
si favorable, n'ont-ils pas devancé ceux de Berlin
s la vérification de la découverte de M. Le Verrier?
r qui connaît les méthodes astronomiques, la réponse
rès-simple.

On appelle planète, tout astre doué d'un mouvement
ore et décrivant autour du Soleil une orbite peu
ngée. En vertu de son mouvement propre, une pla-
se transporte à la longue dans diverses constella-
s; les étoiles proprement dites, au contraire, n'éprou-
annuellement que des déplacements angulaires
gnifiants; leurs positions relatives restent à peu près
stantes pendant des siècles. Ceci une fois posé, tout
monde comprendra en quoi consiste ordinairement la
ouverte d'une planète.

Un astronome, ayant dirigé sa lunette vers le firma-
t, compare ce qu'il aperçoit à la carte détaillée de la
ne région du ciel dessinée antérieurement. Y a-t-il
s le champ de la vision, un astre qui n'y figurait pas

à l'époque où la carte fut tracée, cet astre est doué d'un mouvement propre, cet astre est une planète ou une comète. Manque-t-il dans la région explorée un point lumineux, jadis enregistré comme une étoile, ce point était mobile, on avait méconnu son vrai caractère; il faut se hâter de faire une révision attentive de toutes les parties du ciel, afin d'y découvrir l'astre errant.

La planète dont M. Le Verrier avait proclamé l'existence pouvait être moins brillante que les étoiles marquées dans les cartes célestes les plus renommées. Il était donc indispensable de procéder à l'exécution de cartes nouvelles et embrassant jusqu'aux étoiles de dixième grandeur, avant de se livrer, avec des chances assurées de réussite, à la recherche du nouvel astre. Tel était pour l'espace très-circonscrit au dehors duquel, suivant M. Le Verrier, la planète ne pouvait pas se trouver, le travail minutieux qu'on dut commencer à Paris. A Berlin, ce soin devint superflu; on y possédait déjà des cartes détaillées du ciel. Par une heureuse coïncidence, la carte de la 21me heure, la carte de la région où se mouvait en 1846 la nouvelle planète, venait d'être gravée et publiée. Ceci explique comment M. Galle, sur les instructions envoyées de Paris, aperçut l'astre, le jour même où lui parvint la lettre de M. Le Verrier. Sans la carte de M. Bremiker, l'astronome de Berlin se fût trouvé dans les conditions défavorables des observateurs de France, d'Angleterre, d'Italie, et la constatation de la découverte de notre compatriote eût été retardée de une à deux semaines. Toutes ces explications seront confirmées, en point de fait, par le passage suivant d'une lettre de M. Encke :

l y a eu beaucoup de bonheur dans notre recherche; arte académique de M. Bremiker, qui, peut-être, pas encore arrivée à Paris, mais que je ferai expé- tout à l'heure, comprend précisément près de sa : inférieure le lieu que vous avez désigné. Sans cette nstance infiniment favorable, sans une carte où l'on :tre sûr de trouver toutes les étoiles fixes jusqu'à la me grandeur, je ne crois pas qu'on eût découvert la :te. Vous verrez vous-même, en observant cet astre, e diamètre est beaucoup trop faible pour attirer l'at- ›n, même quand on l'examine avec un grossissement fort. Je vous suis donc personnellement obligé ›ir démontré le prix qu'une telle carte peut avoir des recherches scientifiques. »

quelques astronomes de la Grande-Bretagne d'un :e incontestable n'ont pas rendu, dans le principe, si éclatante justice à la belle découverte de notre ›atriote, s'ils ont cherché à attribuer une part de la : de cette découverte à un Anglais, à M. Adams, tentative n'a pu avoir d'autre succès que de dé- rer que, malgré l'habileté incontestable de ce der- les astronomes anglais n'avaient pas eu assez de ance dans ses calculs pour les prendre comme point ›part de recherches assidues dans le firmament étoilé. qu'il arrive tous les jours dans les concours ouverts savants sur diverses questions scientifiques, dams n'a pas satisfait à toutes les questions du :amme. Je l'ai dit souvent, il n'existe qu'une ma- rationnelle et juste d'écrire l'histoire des sciences : de s'appuyer exclusivement sur des publications

ayant date certaine; hors de là tout est confusion et obscurité. M. Adams n'ayant communiqué ses travaux analytiques qu'à des astronomes anglais qui les ont tenus secrets et qui n'en ont pas tiré parti pour la recherche de Neptune, il n'a aucun droit à prendre une part quelconque de la gloire de la découverte de cette planète. C'est là un arrêt définitif que l'histoire enregistrera, et contre lequel d'ailleurs, M. Adams, dont les calculs postérieurement publiés sont très-remarquables, ne s'est jamais élevé.

Les calculs de M. Le Verrier destinés à faire connaître la place occupée par Neptune au moment même de sa découverte étaient d'une justesse qui devait exciter l'admiration; mais on a eu tort de vouloir trouver dans les éléments approximatifs de l'orbite hypothétique de la nouvelle planète donnés pour servir à sa recherche, une exactitude qui devait s'étendre à l'avenir. Le problème qu'il s'était agi de résoudre consistait à indiquer le lieu où il fallait chercher, à un moment donné, la planète extérieure qui expliquerait les variations anomales des rayons vecteurs d'Uranus. Ce problème, M. Le Verrier l'a complétement résolu, et c'est en faisant l'application du résultat de son travail analytique que M. Galle, de Berlin, a trouvé l'astre nouveau. L'histoire de toutes les autres planètes démontre que jusqu'alors une seule, Vesta, avait été découverte autrement que par l'effet d'un heureux hasard.

Les détails que j'ai donnés dans le chapitre II du livre XXX de cet ouvrage sur les recherches d'Herschel relatives à Uranus démontrent que la découverte de cette planète n'a été la conséquence, ni d'une idée préconçue,

d'une combinaison systématique d'observations. Je pellerai ici l'histoire de la découverte des petites nètes.

Kepler ayant remarqué un *hiatus*, c'est son expres-n, entre les orbites de Mars et de Jupiter, imagina une planète devait exister entre ces deux corps du sys-e solaire. L'*hiatus* devint très-manifeste lorsqu'on enchaîné les rayons des orbites des anciennes pla-es, et même celui de l'orbite d'Uranus, par la loi em-que connue sous le nom de loi de Bode, mais qui rait s'appeler, comme je l'ai expliqué (liv. XXV, p. I, p. 143), la loi de Titius. Persuadés de l'exis-ce de cette planète, intermédiaire entre Mars et Ju-r, vingt-quatre astronomes allemands s'associèrent, s la présidence de Schrœter, pour en faire la re-rche. Leurs efforts n'amenèrent aucun résultat.

Piazzi, occupé de la formation d'un catalogue d'étoiles, ouvrit Cérès, à Palerme, le premier jour du XIX' cle.

Deux ans après, le 28 mars 1802, Olbers, de Brême, rcevait fortuitement Pallas, en étudiant la région du ament où se mouvait alors Cérès.

Harding constata l'existence de Junon, pendant qu'il lorait le ciel pour y puiser les éléments de ses belles tes.

Jusqu'ici, le hasard seul a présidé à ces intéressantes ervations. La découverte de Vesta, au contraire, fut enée par une idée d'Olbers, fort étrange, mais appuyée endant sur des considérations assez spécieuses dont déjà donné un aperçu (liv. XXV, ch. XLIV, p. 175).

Le célèbre astronome de Brême avait cru remarquer que les orbites de Cérès et de Pallas se coupaient en deux points de l'espace par lesquels vint à passer ultérieurement l'orbite de Junon. Ce fait remarquable, et quelques observations sur des irrégularités du reste fort difficiles à constater, dans la forme des nouveaux astres, l'amenèrent à supposer qu'ils étaient les fragments d'une grosse planète qui fit jadis explosion dans l'un des deux points communs aux trois orbites. Il imagina que d'autres fragments de cette planète primitive devaient exister dans les mêmes régions, et passer, à chacune de leurs révolutions autour du Soleil, par les points d'intersection dont il vient d'être parlé. Ces points se trouvaient dans la Vierge et dans la Baleine. Olbers s'attacha donc à observer chaque année les étoiles de ces constellations, particulièrement aux époques où elles sont en opposition. Un brillant succès couronna ses efforts, et, le 29 mars 1807, il découvrit Vesta.

Je demanderai maintenant aux personnes les plus prévenues, d'expliquer quelle ressemblance, quelle analogie il peut y avoir entre l'idée ingénieuse, mais si bizarre, d'Olbers; entre la supposition qui conduisit ce célèbre astronome à la découverte de Vesta, et les calculs de M. Le Verrier, fondés, sans hypothèse d'aucune sorte, sur la théorie de l'attraction universelle. A l'aide de ces calculs, on a pu, non pas seulement annoncer qu'une planète, si elle existait, viendrait à passer à une époque indéterminée dans telle ou telle constellation; mais on a démontré qu'une planète existait nécessairement au delà d'Uranus, dans une direction déterminée et à une distance déterminée.

On a dit qu'en se fondant sur la loi empirique de ius, quelques astronomes avaient annoncé qu'il existait nouvelle planète au delà d'Uranus. La loi de Titius utorisait aucune conclusion de ce genre; tout ce qu'on rrait déduire logiquement, c'est que si une planète tait dans les régions indiquées, sa distance au Soleil ait être à peu près double de celle d'Uranus. Remarns, d'ailleurs, que cette prétendue loi, si souvent e sous le nom de Bode, n'a aucun fondement théoue, qu'elle manque d'exactitude, qu'elle ne pouvait indiquer la direction dans laquelle il fallait placer le vel astre, ni même servir à constater son existence. L'importance qu'auraient pour la recherche des plaes nouvelles, des cartes astronomiques renfermant tes les étoiles de neuvième grandeur et même celles dixième grandeur, a été signalée d'une manière éclate par la découverte de la planète Neptune faite à lin par M. Galle aussitôt après la réception des indicas de M. Le Verrier. C'est en grande partie aux cartes s de l'Académie de Berlin que l'on doit la découverte petites planètes si nombreuses qui parcourent leurs ites à des distances du Soleil comprises entre celles Mars et de Jupiter. Les astronomes modernes ont dé sur la construction de pareilles cartes une méthode onde de recherches, et c'est à Bessel que doit être reée la gloire de ce service immense rendu aux sciences. ns son éloge de Bessel, M. Encke s'est exprimé à cet rd dans les termes suivants, que nous reproduisons de compléter ces rapides indications relatives à l'hise de l'astronomie planétaire. « On sait, dit M. Encke,

que Harding a puisé, dans l'*Histoire céleste* de Lalande, les éléments de son Atlas où le ciel étoilé se trouve si admirablement représenté. De même Bessel, après avoir terminé, en 1824, la première partie de ses zones, proposa de baser des cartes célestes encore plus détaillées sur ces nouvelles observations. D'après le plan de Bessel, il ne s'agissait pas de retracer seulement les lieux observés; il fallait encore rendre ces cartes assez complètes pour qu'en les comparant plus tard avec le ciel, il fût possible de reconnaître immédiatement les planètes les plus faibles, et de les distinguer au milieu des étoiles fixes, sans avoir besoin d'attendre un changement de position, toujours long et difficile à constater. Le projet de Bessel n'était pas exécuté dans toute son étendue que déjà cependant les cartes de l'Académie de Berlin avaient réalisé de la manière la plus brillante les espérances du promoteur de cette entreprise. »

L'histoire que je viens de tracer de la découverte de toutes les planètes prouvera, j'espère, que pour tout homme impartial, la conquête de la planète Neptune est un des plus magnifiques triomphes des théories astronomiques, une des gloires des Académies de Paris et de Berlin, un des plus beaux titres de notre siècle à la reconnaissance et à l'admiration de la postérité.

## CHAPITRE IV

### ANCIENNES OBSERVATIONS DE NEPTUNE

Ainsi que je l'ai fait remarquer pour Uranus (liv. XXX, chap. III, p. 487), il était naturel de rechercher si Nep-

e n'avait pas déjà été observé comme étoile avant d'être
vé comme planète. L'existence d'anciennes observa-
s n'ôte rien absolument à la beauté de la découverte
onomique ; elle ne peut que lui donner un plus grand
rêt, en hâtant l'époque où les éléments de la nouvelle
nète seront assez perfectionnés pour permettre de com-
er l'orbite théorique avec l'orbite réelle et de décou-
, par la méthode qui a été couronnée de tant de succès
1846, une planète troublante située au delà de Nep-
e. Les recherches faites par MM. Petersen, Walker et
vais dans l'*Histoire céleste* de Lalande (page 158)
fait reconnaître que le 8 et le 10 mai 1795 Lefran-
de Lalande a effectivement observé Neptune comme
le de huitième grandeur. M. Valz s'est étonné avec
on de trouver cette étoile dans les cartes publiées en
2 par M. Harding, et dans la carte de Berlin pu-
e en 1831. Si, comme on l'a supposé, aucun astre
ait été porté sur ces cartes qu'après une inspection
sonnelle faite par les auteurs, on serait conduit à ad-
tre que l'étoile en question est périodique, qu'elle se
vait au temps de Lalande dans sa phase d'invisibilité,
ue la planète occupait exactement sa place ; mais la
position qui conduit à ces conséquences semble, en
t de fait, pouvoir être controversée.

Outre celles de 1795, on connaît encore comme
ervations de Neptune antérieures à sa découverte,
x observations indiquées par M. Hind dans les zones
Lamont (Munich), l'une pour le 25 octobre 1845 et
tre pour le 7 septembre 1846. Dans le premier cas la
nète est notée comme étoile de neuvième grandeur et

dans le second elle figure comme étoile de huitième grandeur.

On a prétendu que la planète Neptune avait déjà été vue comme planète avant le travail de M. Le Verrier ; on a cité notamment des observations de Cacciatore et de M. Wartmann. Cacciatore, en effet, a soupçonné avoir vu en mai 1835, à Palerme, une planète qui n'a pu être retrouvée ; mais cette planète aurait occupé en 1846 une région du ciel diamétralement opposée à celle dans laquelle Neptune a été découvert. M. Wartmann a pensé avoir vu à Genève, les 6 et 25 septembre 1831, le 15 octobre et le 1er novembre de la même année, un astre très-faible, doué d'un mouvement propre rétrograde. Les astronomes n'ont tenu aucun compte de ces observations ; ils ne les ont pas même citées : leur rigueur était fondée sur les motifs qui, en 1759, les détournèrent pendant longtemps de faire usage des observations de Messier, relatives au retour de la comète de Halley, observations tenues secrètes sur l'inexcusable injonction de l'astronome De l'Isle, dont Messier était le subordonné. N'était-il pas étonnant, en effet, que M. Wartmann ne se fût pas empressé de communiquer au monde savant la découverte qu'il venait de faire d'un astre mobile, alors surtout qu'il n'avait personnellement aucun moyen d'en déterminer exactement la position ? Ne devait-on pas être surpris que l'observateur de Genève ne se fût décidé à révéler sa découverte qu'au moment où il était devenu impossible d'en constater la réalité ? D'ailleurs, en 1837, après s'être livré à un examen attentif des points du ciel où la prétendue planète avait pu se transporter, M. Wart-

nn s'arrêta à cette conclusion : L'astre a disparu! clusion inconciliable avec l'hypothèse d'un mouvement ulaire ou peu excentrique autour du Soleil, avec istence d'une planète réelle. Dans tous les cas, en tembre 1846, l'astre de M. Wartmann devait être s loin de Neptune que Rigel d'Orion et toute confu- n entre deux astres aussi distants est impossible.

## CHAPITRE V

### SATELLITES DE NEPTUNE

Au mois d'août 1847, à Starfield, près de Liverpool, ervant Neptune, avec un réflecteur newtonien de 61 d'ouverture et de $6^{m}.15$ de foyer, et des grossisse- nts de 205 à 370, M. Lassell découvrit un satellite qui également observé en septembre par M. Otto Struve à ulkova, et par M. Bond, à Cambridge (États-Unis). près les observations de M. Otto Struve, la révolution ce satellite s'accomplit en $5^{j}\ 21^{h}$; l'inclinaison de son ite sur l'écliptique est de 34° 7′ et sa distance au tre de la planète de 100,000 lieues.

Au mois d'août 1850, M. Lassell a pensé avoir observé second satellite de Neptune à l'aide d'un grossissement 628 fois; mais cette dernière découverte n'a pas ore été confirmée. Quant à l'anneau dont quelques ronomes ont cru que la planète était entourée, il a été montré par des recherches attentives que l'on avait s des illusions d'optique pour la réalité.

# LIVRE XXXII

## SAISONS ET CLIMATS

---

## CHAPITRE PREMIER

### AVANT-PROPOS

Avant de procéder à l'explication astronomique des saisons et des climats, je dois appeler l'attention sur une multitude de phénomènes qui sont exposés avec beaucoup de détails dans plusieurs de nos excellents traités de physique. Mais j'ai pensé que le lecteur ne serait pas fâché de les trouver ici groupés sous un même point de vue. Si je me suis trompé, on pourra passer toutes les théories préliminaires fort longues, je le reconnais, que j'ai cru devoir réunir dans ce livre de l'*Astronomie populaire*. J'ai voulu donner des notions précises sur les phénomènes qui constituent ce qu'on appelle vulgairement *le temps*. Si les phénomènes des saisons peuvent être expliqués dans ce qu'ils présentent de général, il est un nombre considérable d'événements qui modifient accidentellement les circonstances météorologiques au milieu desquelles nous vivons. Aussi l'astronome est-il dans l'impuissance absolue d'annoncer avec quelque certitude le temps qu'il fera, une année, un mois, une semaine, je dirai même un seul jour d'avance.

En sortant d'un sermon de Bossuet, madame de Sévi- écrivait à sa fille : « L'évêque de Meaux se bat à rance avec son auditoire. » Je ne veux pas, toute pro- tion gardée, qu'on dise la même chose du professeur stronomie de l'Observatoire. J'admets, sans m'en ner le moins du monde, qu'on persiste dans des opi- ns préconçues, même après qu'à mon sens je les ai versées de fond en comble. Je demande seulement le it de rester dans mon sentiment, tant qu'il n'est pas nbattu par des preuves réelles, tant qu'on ne lui oppose des aperçus vagues, insaisissables. Mes contradic- rs sur la question de la prédiction du temps ne branlent en aucune manière quand ils disent : « Voyez, rrive-t-il pas souvent que les prédictions se réalisent? » coïncidences accidentelles ne prouvent absolument ; elles sont le fruit du hasard, et les contradictions t plus nombreuses que les rencontres fortuites que l'on t citer. La lecture de ce livre montrera, je l'espère, par exemple les variations subites que présentent les pératures de chaque climat, de chaque saison, défient es les prévisions humaines.

## CHAPITRE II

### THERMOMÈTRES — TEMPÉRATURES

Le thermomètre est un instrument trop connu pour je doive m'arrêter à le décrire dans tous ses détails. rappellerai seulement le principe de sa construction. squ'un corps s'échauffe, ses dimensions augmentent

et on dit qu'il se dilate; au contraire, lorsqu'un corps se refroidit, ses dimensions diminuent, et on dit qu'il se contracte. Les changements des volumes ou des dimensions des corps sont pris pour mesure, pour terme de comparaison des variations des circonstances calorifiques au milieu desquelles ces corps sont placés. On est convenu d'indiquer par zéro la circonstance marquée par la congélation de l'eau, de mettre 100 degrés lorsque l'eau est en ébullition sous la pression moyenne de l'atmosphère au bord de la mer; en divisant en 100 parties égales l'accroissement de volume que prend le mercure placé dans du verre lorsqu'il passe de la première circonstance à la dernière, on a un degré centigrade de température. On aurait un degré de Réaumur, si l'on marquait 80 à l'eau bouillante et si l'on divisait en 80 parties l'augmentation de volume prise par le mercure de l'instrument, depuis la glace fondante jusqu'à l'eau bouillante. Dans la notation de Fahrenheit on marque 32 à la glace fondante, 212 à l'eau bouillante, et l'on partage l'augmentation de volume du mercure en 180 parties égales. D'après ces conventions, il est facile de transformer les notations les unes dans les autres. On prolonge les divisions au delà des deux points fixes. On conçoit ensuite qu'en comparant les changements des dimensions d'un corps quelconque, par exemple d'une tige métallique, avec les indications du thermomètre à mercure, on puisse construire un thermomètre métallique qui serve à comparer les circonstances calorifiques dans lesquelles le mercure devient solide ou bien celles dans lesquelles il s'est volatilisé et que le thermomètre ordinaire est impropre à donner.

On dit que deux corps sont à la même température sque deux thermomètres comparables, en contact avec r surface, ou mieux encore plongés dans leur intérieur, rquent exactement le même degré. On attribue géné- ement les changements de température des corps à gmentation ou à la diminution d'un fluide impondé- le combiné avec ces corps et qu'on appelle chaleur ou orique.

Lorsqu'un corps chaud est en contact avec un corps d, le premier se refroidit et le second s'échauffe. De blables communications de température ont lieu à ance et même dans le vide. Je vais examiner dans les pitres suivants les divers modes suivant lesquels la pérature d'un corps est modifiée.

## CHAPITRE III

### COMMUNICATION DE TEMPÉRATURE PAR VOIE DE CONTACT

Lorsqu'un corps chaud A est en contact avec un corps lus froid, du moins comparativement, une partie du orique du premier corps passe par la surface commune s le corps froid B. Ce phénomène ne cesse qu'au ment où les deux corps sont à la même température.

Les deux corps A et B arrivent d'autant plus vite à la me température que le corps B dissémine avec plus rapidité dans toute sa masse la chaleur qu'il reçoit du ps A. Ce phénomène dépend de *la conductibilité* du ps B pour la chaleur.

On appelle *conductibilité* la propriété, plus ou moins

éveloppée, que possède une portion échauffée d'un orps, de transmettre sa chaleur aux autres portions de e même corps sans qu'il s'opère aucun déplacement noléculaire.

Parmi les corps connus, les liquides, l'eau entre autres, sont ceux qui jouissent de la conductibilité la plus aible. Si l'on échauffe exclusivement la surface supéieure d'une masse liquide, la chaleur se transmet à peine ux couches inférieures. Lorsqu'on refroidit, au contraire, a surface supérieure d'un liquide, le froid se communique assez promptement aux couches inférieures. On urait tort de conclure de là que les liquides ont une eaucoup plus grande conductibilité pour le froid que our le chaud. En effet, lorsqu'un fluide est refroidi par e haut, ses molécules deviennent plus denses; elles se récipitent vers le bas; il y a donc alors déplacement noléculaire, circonstance qui était exclue par la définition ue nous avons donnée du mot conductibilité.

Parmi les corps connus, les métaux sont ceux qui jouissent de la plus forte conductibilité. Les métaux ont d'ailleurs des conductibilités très-différentes suivant leur nature. Les plus conducteurs sont l'or, le platine, l'argent, le cuivre.

Des expériences directes permettent de placer au dernier terme de l'échelle les métaux suivants : le fer, le zinc, l'étain, le plomb.

Au nombre des corps qui jouissent de la conductibilité la moins développée, nous devons placer le charbon ordinaire, le bois, la brique, les matières terreuses. L'air et les autres gaz sont mauvais conducteurs de la chaleur,

n attribue en partie à l'air emprisonné dans les fourrures dans les substances filamenteuses que nous employons r faire nos vêtements, la mauvaise conductibilité de corps pour la chaleur.

## CHAPITRE IV

### COMMUNICATION DE TEMPÉRATURE PAR VOIE DE RAYONNEMENT — ÉQUILIBRE MOBILE DE TEMPÉRATURE

Concevons qu'un corps froid B soit placé au centre ne enceinte A entièrement fermée, formée d'une ma- e plus chaude. Imaginons encore qu'on ait vidé cette einte de tout l'air atmosphérique qu'elle contenait, à de d'une machine pneumatique, cela n'empêchera pas ceinte A et le corps B d'arriver, après un certain ps, à la même température: le corps B se sera échauffé dis que toutes les portions de l'enceinte A auront perdu partie de leur chaleur primitive. Comment s'est éta- cette communication, puisque les surfaces des corps t B ne se touchent plus immédiatement ni par aucun rmédiaire?

Dans ce cas, les communications ont lieu à l'aide de qu'on appelle le *calorique rayonnant*, c'est-à-dire d'un rique qui a, sous le rapport de son mode de propa- on, les mêmes propriétés que la lumière, à l'aide de ons qu'on pourrait appeler de la lumière obscure.

Des rayons calorifiques partis de tous les points de ceinte A tombent sur la surface du corps B et élèvent empérature en s'y absorbant : ceci est évident, car le

fait de l'arrivée définitive à une même température des deux corps A et B ne saurait recevoir une autre explication. Ce que nous venons de trouver relativement au mode d'action de l'enceinte A, considérée dans toute son étendue, doit s'appliquer à chacune de ses parties considérées isolément.

Ainsi, lorsque deux corps A et B, inégalement échauffés, sont en présence, si, après un certain temps, ils arrivent à la même température, c'est que le corps chaud A a envoyé sous forme rayonnante une partie de sa chaleur au corps froid B; mais ce corps B, froid relativement à A, peut être chaud comparativement à un troisième corps placé dans le voisinage. Le corps B enverra donc des rayons calorifiques au corps C; ce corps B sera donc actif relativement au corps C; mais sera-t-il passif à l'égard du corps A? Cela est extrêmement peu probable.

Examinons le cas où, tout restant dans le même état, le corps B serait plus chaud que l'enceinte A. Après un certain temps, tous les points de l'enceinte A et le corps B auraient la même température, mais cette fois le corps B se serait refroidi par la chaleur rayonnante partie de tous les points de sa surface, et le corps A aurait augmenté de température par l'absorption de ces mêmes rayons.

Nous avons reconnu que le corps A envoyait des rayons calorifiques au corps B, tant qu'il était plus chaud que ce dernier, et nous avons tacitement admis, jusqu'ici, que le rayonnement cessait aussitôt que les deux corps en présence avaient acquis la même température, ce qui n'est guère plus compréhensible que la difficulté précédente.

On a fait disparaître les deux difficultés en supposant les corps A et B, qu'ils aient des températures égales inégales, rayonnent simultanément de la chaleur l'un s l'autre. Il n'y aura entre les deux cas qu'une seule érence : si les corps sont également chauds, les rayonnents réciproques se compensent; dans le cas contre, le corps chaud envoie au corps froid plus de ons qu'il n'en reçoit, et il doit se refroidir. Cette lication de l'égalité de température qui se maintient re deux corps en présence, doués de la même quantité chaleur initiale, a été appelée par son auteur, Pierre vost, la *théorie de l'équilibre mobile*.

l résulte de l'ensemble des faits que nous venons de porter que tous les corps de la nature, même ceux du ne minéral, ne jouent pas, quant aux communications empérature, des rôles purement passifs, qu'ils lancent s cesse et dans tous les sens des rayons calorifiques curs : sous ce rapport on pourrait dire qu'ils vivent.

## CHAPITRE V

### POUVOIR RAYONNANT OU ÉMISSIF DES CORPS ET POUVOIR ABSORBANT

In corps émet, dans un temps donné, par voie de onnement, un nombre de rayons calorifiques d'autant grand que sa température est plus élevée, mais la pérature initiale du corps n'est pas la seule cause qui e varier l'intensité du rayonnement. On a trouvé, en , par des expériences directes, que, tout restant égal, ayonnement, dans un temps donné, est différent sui-

vant la nature des corps, et pour des corps de même nature suivant l'état de leur surface, leur degré de poli, par exemple, ou leur couleur. Les métaux dans l'ordre de leur rayonnement, en commençant par ceux qui rayonnent le plus vite, sont le platine, le fer, l'acier, le zinc, l'or, l'argent, le cuivre et l'étain. Les matières vertes des végétaux ont un pouvoir rayonnant ou émissif plus grand que les métaux et que les pierres. Les corps noirs ont un plus grand pouvoir émissif que ceux dont les surfaces sont blanches.

L'expérience prouve d'ailleurs que les pouvoirs émissifs et les pouvoirs absorbants des corps pour la chaleur sont toujours correspondants : les corps qui rayonnent le plus sont aussi ceux qui absorbent la plus grande partie de la chaleur qui vient à tomber sur leur surface.

## CHAPITRE VI

### COMMENT LES CORPS SE REFROIDISSENT EN RAYONNANT LEUR CHALEUR VERS LES RÉGIONS DE L'ESPACE

Cherchons si les objets dont se compose un horizon déterminé, celui de Paris, par exemple, se trouvent en communication rayonnante avec des corps qui peuvent contribuer à leur refroidissement. Tout ce que nous dirons de cet horizon s'appliquera, mot pour mot, à un espace de même étendue semblablement situé.

Toutes les observations aérostatiques ont montré qu'à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, la température est de plus en plus basse. Aux hauteurs où l'on est par-

raient à tous les esprits. Elles sont relatives, la pre-
:, au rôle de l'écran de bois ; la seconde, à celui du
nomètre.

:t écran ne peut-il pas, en sa qualité de corps solide,
froidir par voie de rayonnement, dans la première
de de l'expérience?

écran doit se refroidir, et se refroidit, en effet, par
rface supérieure. Mais nous avons supposé l'écran
: certaine épaisseur et en bois; or le bois possède
rès-faible conductibilité. Il résulte de ces deux cir-
ances que la surface inférieure de l'écran n'éprouve
le refroidissement sensible, et que le thermomètre en
ct avec cette surface marque, comme nous l'avons
le même degré que les thermomètres plongés dans
dans le duvet de cygne, etc., etc.

. seconde difficulté concerne le thermomètre lui-
e. On peut se demander si cet instrument ne doit pas
froidir comme l'édredon, le duvet, les métaux. La
ulté est réelle, mais il faut remarquer que la boule
ıermomètre est polie et de verre, matière très-peu
ınante, en sorte que les résultats obtenus ne doivent
que très-légèrement modifiés par le rayonnement de
rument employé.

maintenant on considère que les matières qui, dans
épreuves, se refroidissent le plus fortement, sont
ement celles chez lesquelles les physiciens, par des
iences de cabinet, ont trouvé les pouvoirs rayon-
les plus développés; si l'on remarque encore que
la série des métaux l'ordre des refroidissements
vés coïncide avec l'ordre des pouvoirs émissifs, per-

sonne ne pourra s'empêcher de regarder ces phénomènes comme déterminés par les rayons de chaleur plus ou moins abondants que tous les corps mis en expérience envoient, sans une équivalente compensation, vers les régions très-froides de l'espace. Il demeurera aussi établi que notre atmosphère ne rayonne pas d'une manière sensible.

Nous avons fait cette première série d'expériences par un temps serein. Répétons-la par un temps entièrement couvert : alors l'enlèvement de l'écran amènera à peine un refroidissement sensible dans les substances que le rayonnement vers le ciel serein affectait le plus ; quant aux métaux, ils n'éprouveront aucun changement de température appréciable.

Ici, chacun le concevra, les nuages font l'office de l'écran de bois des expériences antérieures ; comme cet écran, ils empêchent les communications rayonnantes des corps terrestres avec les plus hautes régions de l'atmosphère et de l'espace ; seulement, comme les nuages sont à la température de la couche d'air qui les enveloppe, leur rayonnement devra compenser d'autant moins exactement celui des corps terrestres, qu'ils flotteront dans des zones atmosphériques plus élevées ou plus froides. Ce résultat est conforme aux observations [1].

1. S'il arrivait que des nuages, par des circonstances particulières, quoique placés à des hauteurs modérées, eussent des températures excessivement basses, comme le nuage que traversèrent MM. Barral et Bixio dans leur célèbre ascension du 27 juillet 1850, les phénomènes de rayonnement des corps terrestres pourraient, en pareille circonstance, ressembler à ceux qu'on observe par un temps serein.

hypothèse, l'horizon était parfaitement libre en
ens dans le lieu où nous étions d'abord établis. Si
ortion du ciel est masquée, toutes circonstances
t les mêmes, les abaissements de température
vés par les corps mis en expérience seront propor-
llement amoindris.

e ciel, au lieu d'être parfaitement serein ou entiè-
t couvert, est nuageux, les refroidissements seront
is entre ceux qu'on aurait observés dans les deux
ers états de l'atmosphère.

vent d'une certaine force prévient les abaissements
pérature dont il est question ici. Est-ce à dire que
t empêche le rayonnement vers l'espace? Nulle-
: le rayonnement a toujours lieu, mais les couches
froidies de l'atmosphère, quand elles se déplacent
ment, vont, sans relâche, restituer aux corps la
r que le rayonnement leur enlève.

expériences dont nous venons de rendre compte
ssent, même de jour, quand elles sont faites avec
élicatesse suffisante, et dans des lieux où les rayons
s n'arrivent pas directement.

considérations précédentes joueront un grand rôle
a théorie des températures terrestres; disons de
qu'elles servent à rendre raison, comme le docteur
l'a si bien établi, des phénomènes du serein et de
ée.

## CHAPITRE VII

ÉCHAUFFEMENT DES CORPS PAR L'ACTION DES RAYONS SOLAIRES — COMPOSITION DE CES RAYONS — ACTION CHIMIQUE — RAYONS RÉFLÉCHIS, ABSORBÉS, TRANSMIS

Le genre d'échauffement produit par l'action des rayons solaires, combiné avec les phénomènes de rayonnement vers l'espace, nous conduira définitivement à la détermination des températures des corps terrestres dans différentes saisons. Il faut donc examiner d'avance comment cet échauffement s'opère. Cet examen doit être précédé d'une étude attentive de la composition des rayons solaires.

Lorsqu'un faisceau de rayons à peu près parallèles provenant du Soleil traverse un prisme de verre, et qu'à sa sortie du prisme on le reçoit sur un écran, il donne lieu, comme chacun sait et comme nous l'avons dit précédemment (liv. III, chap. X, t. I, p. 107), à une bande dilatée que depuis Newton on a appelée le *spectre solaire*. Les différentes parties de ce spectre sont diversement colorées, l'extrémité qui s'est le moins déviée, en d'autres termes celle qui s'est le moins réfractée, est rouge, celle qui a éprouvé le maximum de réfraction est violette. Les couleurs intermédiaires à partir du rouge sont : l'orangé, le jaune, le vert, le bleu et l'indigo. La lumière blanche du Soleil est donc un mélange de sept espèces de rayons possédant des couleurs et des réfrangibilités différentes.

C'est tout ce que l'œil peut nous apprendre ; mais n'y aurait-il pas d'autres moyens de faire l'analyse de ce

:au de rayons diversement colorés? Le thermomètre
ı de ces moyens. A l'aide de cet instrument, dont
ortera successivement la boule sur les différentes
:s du spectre, on découvrira si les rayons de diverses
urs sont également échauffants.

s expériences faites anciennement par Rochon se-
ette idée, firent voir que les rayons jaunes sont
qui échauffent le plus, et qu'à partir du jaune il y a
issement vers les deux extrémités du spectre. Enfin,
ırtant la boule d'un thermomètre au delà des limites
es du spectre du côté du rouge, on découvrit qu'il
ıit. Ainsi la lumière solaire renferme, outre les rayons
es inégalement réfrangibles, des rayons calorifiques
ırs moins réfrangibles encore que les rayons rouges.

ns une première série d'expériences nous avons
é le maximum de chaleur au milieu de la lumière
, mais en faisant varier la nature du prisme on
ıvre, à cet égard, des changements considérables.
des prismes d'une nature particulière, on voit que
.ximum de température ne correspond plus à aucun
. visible, et qu'il existe au delà du rouge dans une
: où l'œil n'aperçoit aucune lumière. Supposons
forme le spectre à l'aide d'un prisme de sel gemme,
ximum de la chaleur aura toujours lieu au delà des
ères limites rouges du spectre. Mais le lieu où ce
num de chaleur se manifeste changera de place à
ses heures du même jour, et surtout dans des jours
ents; il se rapprochera plus ou moins du rouge,
ue dans l'état du ciel, dans sa sérénité, rien *à*
: ne dût porter à supposer des différences.

Les rayons calorifiques obscurs, partie intégrante de la lumière solaire, éprouvent donc des absorptions spéciales, propres à certaines constitutions atmosphériques, qui sont sans influence sur la transmission des rayons lumineux.

L'ensemble de ces phénomènes a conduit les physiciens à se demander si la chaleur des différents rayons solaires ne tiendrait pas à des rayons obscurs qui seraient mêlés à eux, et que le prisme ne séparerait pas, parce qu'ils auraient les uns et les autres la même réfrangibilité, ou bien si, entre le rouge et le violet, les rayons seraient doués à la fois de la double propriété de luire et d'échauffer. Mais nous n'aurons pas besoin d'étudier ici cette question, puisque sa solution ne changerait rien à l'explication que nous donnerons des échauffements variés des corps terrestres à différentes époques de l'année.

Ajoutons un mot sur un troisième mode d'analyse auquel on a soumis les rayons solaires. En portant certaines substances chimiques dans les différentes régions du spectre, on a trouvé qu'elles sont très-inégalement modifiées par les rayons de diverses couleurs. Le minimum d'effet s'observe à l'extrémité rouge, et le maximum à l'extrémité violette et même plus loin. C'est l'inverse de ce que nous avions trouvé avec le thermomètre.

On sait que c'est sur l'action chimique exercée par la lumière sur diverses substances et particulièrement sur les sels d'argent que se trouve fondée l'une des plus belles découvertes de ce siècle, la photographie. M. Daguerre a trouvé que ses ingénieux procédés réussissaient

e propriété, s'échauffent énormément lorsqu'on les ose au Soleil.

## CHAPITRE VIII

### PROPRIÉTÉS DE LA CHALEUR QUI EST MÊLÉE AUX LUMIÈRES TERRESTRES — SUBSTANCES DIATHERMANES

La chaleur qui est mêlée aux lumières terrestres a des priétés par lesquelles elle se distingue de la chaleur accompagne les rayons solaires. Dans les circon-ces ordinaires, la chaleur mêlée aux rayons du Soleil réfléchit à la surface des corps et s'absorbe dans leur stance, comme le fait la lumière proprement dite. Il n est pas de même de la chaleur qui est mêlée aux ières de nos feux.

Quand on fait passer à travers une plaque de verre phane la lumière qui émane du feu de nos foyers, soit cette lumière provienne de la combustion du bois ou celle du charbon de terre, elle n'éprouve pas un affai-sement différent de celui qu'eût subi un faisceau de ière également intense provenant du Soleil; mais s ce dernier cas, à la sortie de la plaque, les rayons ineux émanant de nos feux terrestres sont presque nplétement privés de leur chaleur primitive. Cette leur a été retenue en totalité par la plaque de verre versée [1].

[1] Tels sont les phénomènes généraux. Je dois dire cependant on pourrait déduire d'expériences récentes de M. Melloni cette séquence que la chaleur qui est mêlée à la lumière solaire ne faiblit pas en traversant des couches inférieures de l'atmosphère

La chaleur obscure qui émane des sources terrestres, outre ce que nous venons de rapporter, jouit de quelques propriétés particulières très-remarquables, qui n'ont été découvertes que depuis peu d'années.

Voici quelques faits qui frapperont d'étonnement le lecteur attentif :

L'alun et le sel gemme sont également diaphanes pour la lumière;

L'alun, même très-aminci, arrête tous les rayons calorifiques des sources terrestres; le sel gemme les laisse tous passer;

Certains verres noirs, lors même qu'ils sont tellement épais qu'on ne voit pas le Soleil au travers, laissent passer des rayons calorifiques provenant des sources terrestres.

De là résulte la nécessité de l'expression *diathermane*, que M. Melloni, l'ingénieux auteur de ces observations, a justement introduite dans la science. Mariotte avait déjà constaté que la chaleur des feux terrestres est arrêtée par les lames de verre; tout le monde sait que les ouvriers fondeurs et verriers se servent d'écrans de verre pour exécuter leurs travaux; la lumière accompagnée de la chaleur blesserait leurs yeux; la lumière seule traversant le verre, et la chaleur étant arrêtée par cette substance, les ouvriers peuvent manier sans danger les substances échauffées par la chaleur d'origine terrestre; la chaleur solaire se comporte tout autrement. On voit que ce n'est

dans le même rapport que les rayons lumineux, ou du moins que la chaleur transmise quand le Soleil est à une certaine hauteur, et celle qui nous arrive quand cet astre approche de l'horizon, n'ont pas les mêmes propriétés.

la lumière qui échauffe, mais que des rayons calo-
ques accompagnent les rayons lumineux.

endant le passage d'une lumière terrestre à travers
lame de verre, cette lumière est d'autant plus débar-
ée de la chaleur qui l'accompagnait, que la tempé-
re de la source d'où elle émane est moins élevée.
s voici encore un corps qui jouit, pour ainsi dire, de
priétés inverses. Une lame de sel gemme enfumée à
surface transmet une proportion de chaleur rayon-
te d'autant moindre, que la température de la source
plus élevée.

orsqu'un corps terrestre vient d'être échauffé par la
ière solaire, on pourrait être tenté de supposer que la
leur rayonnante qui émanera de ce corps jouira des
priétés de la chaleur naturellement mêlée aux rayons
ires; mais il n'en est rien : cette chaleur est entière-
t absorbée par les verres diaphanes à travers lesquels
a fait passer; le corps rend donc une chaleur diffé-
e de celle qu'il s'était appropriée.

## CHAPITRE IX

HAUFFEMENT DES EAUX DE L'OCÉAN — CAPACITÉ DE L'EAU POUR LA CHALEUR — CHALEUR SPÉCIFIQUE, CHALEUR SENSIBLE ET CHALEUR LATENTE DE LA GLACE (EAU GELÉE), DE L'EAU LIQUIDE ET DE LA VAPEUR D'EAU — FROID QUI ACCOMPAGNE TOUJOURS L'ÉVAPORATION

ans l'explication des saisons, nous aurons à considé-
'échauffement des eaux de l'Océan, le phénomène de
pérature qu'on observe pendant l'échauffement de

l'eau, à son passage de l'état solide à l'état liquide, enfin pendant la transformation de l'eau en vapeur et de la vapeur en pluie. Examinons conséquemment comment tous ces phénomènes s'opèrent au point de vue de la température.

La chaleur nécessaire pour élever la température d'un corps de 1°, de 10°, de 20°, etc., est variable suivant la nature de ce corps. L'eau est, de tous les corps connus, les autres circonstances restant égales, celui qui exige le plus de chaleur pour s'échauffer d'une quantité déterminée. L'eau, en nous servant d'une expression des physiciens, a une très-grande *capacité pour la chaleur*. Une expérience très-simple mettra cette vérité dans tout son jour.

Quand on plonge dans un kilogramme d'eau à 0° un kilogramme de limaille de fer à 11°, le mélange est à la température de 1°. Les degrés de température que le kilogramme de fer a perdus dans cette circonstance n'ont augmenté que de 1° la température du kilogramme d'eau. La capacité de l'eau pour la chaleur est donc onze fois plus grande que la capacité du fer.

La chaleur spécifique d'un corps solide ou liquide est sa capacité rapportée à celle de l'eau prise pour unité. Voici quelques résultats déduits d'expériences récentes. Je les emprunte à mes confrères MM. Despretz et Regnault.

| | | |
|---|---|---|
| Eau | | 1.000 |
| Solution de nitre | eau..... 8<br>nitre..... 1 | 0.819 |
| Acide nitrique | | 0.661 |
| Alcool ordinaire | | 0.659 |
| Acide sulfurique | | 0.335 |

| | |
|---|---|
| Huile d'olive | 0.310 |
| Charbon | 0.241 |
| Chaux vive | 0.217 |
| Craie et marbre | 0.215 |
| Soufre | 0.202 |
| Crown-glass | 0.193 |
| Fer | 0.113 |
| Cuivre | 0.095 |
| Argent | 0.057 |
| Étain | 0.036 |
| Mercure | 0.033 |
| Or | 0.032 |
| Plomb | 0.031 |

eau qui recouvre les trois quarts du globe se trans-
e incessamment en vapeur invisible, en vapeur visible
nages; ensuite elle redevient liquide sous forme de
. L'eau se congèle dans certaines saisons et reprend
nidité primitive dès que l'atmosphère se réchauffe
amment. Que se passe-t-il, quant à la chaleur, pen-
ces changements d'état?

nand on mêle un kilogramme d'eau à zéro avec un
ramme d'eau à 79° centigrades, les deux kilogram-
l'eau provenant du mélange sont à 39° 1/2, c'est-à-
à la température moyenne des deux liquides compo-
. L'eau chaude a conservé 39° 1/2 de sa température
itive; elle a cédé les autres 39° 1/2 à l'eau froide.
est naturel et pouvait être prévu.

pétons l'expérience avec une seule modification :
logramme d'eau à zéro substituons un kilogramme
ace également à zéro. Du mélange de ce kilogramme
lace avec le kilogramme d'eau à 79°, résulteront
kilogrammes d'eau liquide; mais cette fois, la tem-
ure, au lieu d'être à 39° 1/2, sera à zéro. Les 79

degrés de l'eau ont été employés à désagréger les molécules de la glace, à se combiner avec elles sans les échauffer.

L'eau à zéro et la glace à zéro diffèrent donc dans leur composition intime. Le liquide renferme de plus que le solide 79 degrés de chaleur, mais d'une chaleur combinée, non sensible au thermomètre, d'une chaleur que, pour cette raison, on a appelée *latente*.

La comparaison de l'eau bouillante à la vapeur qui s'en dégage, et dont la température est aussi de 100° centigrades, conduira à des résultats analogues, mais plus frappants encore.

La vapeur d'eau se condense, redevient de l'eau liquide, lorsqu'elle traverse de l'eau dont la température est au-dessous de 100° centigrades. Ceci posé, prenons 5kil.35 d'eau à 0°; faisons-les traverser par de la vapeur à 100°. Arrêtons l'expérience lorsque l'eau primitive et l'eau condensée formeront un poids total de 6kil.35; le thermomètre montrera que ces 6kil.35 sont à 100°.

De ces 6kil.35, il y avait 1 kilogramme qui primitivement était déjà à 100°, mais à l'état de vapeur. Les 5kil.35 restants marquaient originairement 0°; leur température n'a pu s'élever, n'a pu devenir 100° qu'aux dépens de la chaleur que la vapeur a abandonnée en passant de l'état aérien à l'état liquide. Dans la composition d'un kilogramme de vapeur à 100°, il entre donc une quantité de chaleur cachée, de chaleur latente, capable de porter de 0° à 100° un poids 5.35 fois plus grand d'eau liquide; en d'autres termes, la chaleur latente d'un kilogramme de vapeur élèverait un poids

ivalent d'eau de 0° à 535°, si l'on empêchait cette eau s'évaporer pendant son échauffement.

Ce résultat numérique doit paraître énorme ; mais il saurait être contesté. La vapeur n'existe qu'aux con-ons que nous venons d'exposer. Toutes les fois que l'eau se transforme en vapeur, elle emprunte aux ps environnants une quantité de chaleur capable de la ter de la température de 0° à 535°. Si elle est à 10, 0, à 30°, etc., elle absorbe, en se vaporisant, 525, , 505, etc., degrés.

La vapeur restitue ces centaines de degrés de chaleur nte aux surfaces sur lesquelles sa liquéfaction s'opère. là, pour le dire en passant, le secret du chauffage à vapeur. On comprend bien mal ce procédé industriel qu'on s'imagine que le gaz aqueux va seulement ter au loin, dans des tuyaux où il circule, la chaleur rmométrique ; ses principaux effets sont dus à la cha- de composition, à la chaleur cachée, à la chaleur nte qui se dégage au moment où le contact de sur-s comparativement froides ramène la vapeur de l'état eux à l'état liquide.

Pour mettre en complète évidence l'action réfrigérante la vaporisation, je citerai une expérience curieuse M. Bussy dans laquelle cette action est portée à trême.

Qu'on entoure de coton la boule d'un thermomètre à ol ; qu'on la plonge ensuite dans de l'acide sulfu-x liquide. Cela fait, si on laisse le liquide s'évaporer ntanément à l'air, il se produit sur-le-champ un d de — 57° centigrades. Dans le vide de la machine

pneumatique, l'évaporation est plus rapide et le thermomètre descend jusqu'à — 68°.

Par ce procédé on peut faire en tout lieu et en toute saison l'expérience jadis si difficile de la congélation du mercure.

## CHAPITRE X

### ÉCHAUFFEMENT DE L'AIR

Les températures terrestres se déterminent ordinairement à l'aide de thermomètres situés dans l'air à une petite hauteur au-dessus du sol. Il faut donc rechercher comment les températures des corps solides ou liquides dont l'écorce de notre globe est formée se communiquent à notre atmosphère.

La portion d'atmosphère en contact avec un corps chaud s'échauffe, celle qui pose sur un corps froid se refroidit. La première, en s'échauffant, se dilate et s'élève; c'est là l'origine de ce qu'on a appelé le *courant ascendant*.

Qu'arrive-t-il à une portion d'atmosphère énormément échauffée par son contact avec le sol, pendant son mouvement ascensionnel, autrement dit pendant sa dilatation? Il arrive ceci, qu'à peine élevée de quelques centimètres au-dessus du sol, l'atmosphère ne possède déjà plus la température qu'elle avait acquise quand elle était en contact avec lui.

L'air, en se dilatant, a besoin pour se constituer dans son nouvel état, d'emprunter aux corps environnants ou à sa propre température primitive et sensible au thermo-

re, une quantité considérable de chaleur qui devient nte. Ce fait est établi avec une entière évidence à le d'une expérience très-simple : on suspend un ther- nètre au milieu d'un grand vase rempli d'air et placé le plateau d'une machine pneumatique. Lorsqu'on ouer la machine pour diminuer la densité de l'air rieur, chaque coup de piston amène un abaissement s les indications du thermomètre. Le phénomène est out sensible lorsqu'on se sert des thermomètres mé- ques en spirale de M. Breguet, de ces thermomètres sont pour ainsi dire tout en surface. Au lieu d'un ssement de température, on observe une augmenta- , comme on devait s'y attendre, quand on laisse rentrer dans le récipient de la machine pneumatique.

es abaissements de température par la dilatation et élévations par la condensation de l'air sont très-con- rables. Nous y aurons recours lorsque nous nous perons du décroissement énorme de température n observe dans l'atmosphère en visitant en ballon régions de plus en plus élevées.

es physiciens ont longuement débattu entre eux la tion de savoir si les rayons solaires qui traversent atmosphère sereine augmentent sa température d'une ière appréciable. Ceux qui se sont prononcés pour la tive s'appuient sur ce résultat : qu'en pleine mer, et des continents, la température de l'atmosphère n'est is supérieure, disons plus, n'est jamais égale à celle surface des eaux. Mais ces expériences n'ont été s que sur le pont des navires ; or, telle est la rapidité laquelle l'air se refroidit en s'éloignant, même de

quelques centimètres, d'un corps échauffé avec lequel il était primitivement en contact, que l'expérience dont je viens de parler ne pourra conduire légitimement à la conclusion qu'on en a tirée qu'après avoir été répétée avec un thermomètre dont la boule sera presque en contact avec la surface de l'Océan.

Il faut remarquer au surplus que la température de l'air en contact avec l'eau ne pourrait être supérieure à la température du liquide qu'à raison de l'absorption que la lumière solaire aurait éprouvée dans une mince couche atmosphérique, absorption qui est évidemment insensible.

## CHAPITRE XI

### TEMPÉRATURES MOYENNES

Dans la discussion à laquelle nous allons nous livrer, il sera souvent question de *températures moyennes*. Je dois donc indiquer le sens précis de cette expression.

La température moyenne d'un jour quelconque de l'année est la moyenne des températures observées à tous les instants dont le jour se compose. Si l'on fixait à une seconde la durée de chacun de ces instants, on aurait à additionner un nombre d'observations thermométriques égal à 86,400, nombre de secondes contenues dans un jour, et à diviser la somme par 86,400. Si au lieu de procéder par secondes on choisissait des minutes, comme il y en a 1,440 par jour, on aurait à diviser par 1,440 la somme des 1,440 températures observées dans un jour; le quotient serait la température moyenne de ce jour. On

ermine ordinairement la température moyenne d'un
avec une exactitude suffisante par des observations
étées à de plus longs intervalles qu'à des secondes et
me à des minutes. Des observations faites d'heure en
re conduisent au but désiré. La température moyenne
dans ce cas obtenue en divisant par 24 la somme des
observations faites aux 24 heures de la journée.

On a cherché si la succession des températures dans
24 heures de la journée ne se faisait pas généralement
oute saison, suivant une loi régulière qui permît d'ob-
r la température moyenne de la journée par des
ervations moins assujettissantes que celles dont nous
ons de parler. Le résultat de cette recherche a été
on peut prendre pour température moyenne, sans une
grande erreur, la demi-somme de la température
ximum et de la température minimum d'un jour. Or
températures s'observent en toute saison à des épo-
s déterminées de la journée : le minimum, quelques
ants après le lever du Soleil, et le maximum, vers les
x heures de l'après-midi. Ainsi on n'a plus alors, pour
ir la température cherchée, qu'à diviser la somme des
x indications du thermomètre par 2. Ces deux élé-
ts de la température moyenne sont d'ailleurs donnés
deux thermomètres qu'on n'a besoin de consulter
ne fois toutes les vingt-quatre heures, et dont l'un
ne de lui-même le minimum de température qui s'est
ifesté dans les vingt-quatre heures en l'absence de
servateur, tandis que l'autre thermomètre fournit le
ximum.

l est d'autres procédés auxquels les météorologistes

sont arrivés pour obtenir la température moyenne de chaque jour de l'année; ainsi on peut prendre la moyenne de trois observations faites, la première au lever du Soleil, la deuxième à deux heures de l'après-midi, la troisième au coucher du Soleil. Il serait superflu d'entrer ici dans plus de détails sur ce sujet.

A peine ai-je besoin d'ajouter qu'après avoir déterminé la température moyenne de chaque jour de l'année, on obtient la température moyenne de cette même année en additionnant les 365 premières déterminations et en divisant la somme par 365, nombre de jours dont l'année se compose.

On a trouvé que sous l'horizon de Paris on pourrait arriver à avoir la température moyenne de l'année en prenant seulement la moyenne du mois d'octobre, ou bien en faisant la moyenne de toutes les températures indiquées chaque jour entre huit et neuf heures du matin.

Lorsqu'on veut avoir la température moyenne d'un lieu, dégagée des effets provenant de circonstances accidentelles qui tantôt l'augmentent et tantôt la diminuent, on groupe 10, par exemple, de ces températures moyennes et l'on divise leur somme par 10. Ce n'est qu'au prix de ce groupement qu'on obtient la température moyenne d'un lieu donné, à une fraction de degré près.

La température moyenne d'un lieu est aussi la température constante que présente une couche plus ou moins profonde du sol. A Paris, les observations thermométriques faites depuis trois quarts de siècle, dans les caves de l'Observatoire, ont montré qu'à une profondeur de 25 à 26 mètres on rencontre une couche qui se trouve

der invariablement à peu près la température moyenne l'air à la surface. Les sources qui jaillissent d'une ite profondeur donnent aussi la température moyenne la contrée. Sous l'équateur, d'après les observations M. Boussingault, on a immédiatement la température yenne du lieu en plongeant un thermomètre dans un u foré à 30 centimètres de profondeur dans un sol ité et non humide.

L'existence des couches à température invariable dé- ntre évidemment que l'état de l'intérieur de notre be, que la chaleur propre de la Terre n'influe en rien les modifications énormes que subit la température rieure de chaque lieu. Ce sera donc dans les phéno- nes du calorique rayonnant que nous devrons chercher plication des saisons.

## CHAPITRE XII

### EXPLICATION DES SAISONS

Considérons d'abord la série d'objets matériels dont compose l'horizon de Paris. Ce que nous dirons à ce t sera de point en point applicable à tout autre hori- semblablement placé et même à un horizon quel- que, pourvu qu'il soit situé au nord de l'équateur.

Toute la série d'objets dont se compose un horizon né s'échauffe pendant le jour et se refroidit pendant nuit. Le fait est constant; personne ne le nie; mais quelle manière, suivant quelles lois le refroidissement, hauffement du sol et de l'atmosphère s'opèrent-ils? Ici

commence réellement le rôle de l'astronome et du physicien. C'est en approfondissant ces questions qu'on arrive à expliquer la diversité des températures terrestres, dans les douze mois de l'année, dans les lieux différemment situés, sur les côtes orientales comparées aux côtes occidentales des continents, sur des plateaux élevés ou près du niveau de la mer, etc.

Partons des expériences de cabinet à l'aide desquelles les physiciens ont établi qu'un corps, quel qu'il soit, se met en communication rayonnante, même à travers le vide le plus parfait, avec tous les corps, plus chauds ou plus froids que lui, composant l'enceinte matérielle dont il est entouré. Demandons-nous ensuite ce qui arrive lorsque les espaces célestes forment une partie de l'enceinte dans laquelle on opère.

La température de notre atmosphère va rapidement en diminuant à mesure que l'on s'élève. Ce résultat semble impliquer que l'espace dans lequel la Terre se trouve comme suspendue, est très-froid. Si l'atmosphère et l'espace se comportent à la manière des corps froids ordinaires, les corps terrestres d'une température élevée ou seulement modérée qui pourront rayonner, enverront constamment vers l'atmosphère et vers l'espace dans lequel notre globe se meut, une quantité de chaleur variable avec leur nature et leur température propre. Cette quantité de chaleur perdue sera-t-elle restituée par une cause quelconque? La restitution variera-t-elle en quantité aux diverses époques de l'année? Tel est le problème que nous devons chercher à résoudre.

La chaleur solaire est la cause première, nous pour-

s presque dire, la cause unique du phénomène des ons. Seulement cette cause est notablement modifiée s ses effets, suivant la nature particulière des matières estres, liquides ou solides, qu'elle va frapper et qui sorbent en partie.

ors même que le Soleil, dans un certain temps, verit la même quantité de chaleur sur deux matières nées, également absorbantes, mais de natures différes, des absorptions égales n'élèveraient pas également températures des deux corps. En effet, on n'a qu'à appeler les nombreuses variétés de terrains que les logues ont signalées sur la surface du globe. Or les rses substances ont des chaleurs spécifiques très-difntes (chap. IX, p. 549), et par conséquent leurs pératures s'élèvent très-différemment pour la même ntité de chaleur absorbée.

a matière terrestre transmet-elle, propage-t-elle facient la chaleur? La chaleur absorbée, provenant du il, se répand en peu de temps dans une grande sseur; la surface n'est jamais très-chaude.

a matière terrestre possède-t-elle des propriétés rses? Toute la chaleur absorbée se concentre, en que sorte, à la surface et en élève considérablement mpérature.

insi, pour des lieux semblablement placés à la surface notre planète, les phénomènes d'échauffement et de oidissement peuvent être très-différents. L'ensemble circonstances qui influent sur la température moyenne lieu constitue son climat.

ans les discussions relatives aux climats, il est donc

indispensable de tenir grand compte de la conductibilité des matières que les rayons solaires vont échauffer. Il faut surtout bien apprécier, sous ce rapport, les propriétés comparatives des solides et des liquides : on ne doit pas oublier que la surface solide du globe étant 1, la partie recouverte par la mer est 2.7, presque 3.

L'eau n'a que très-peu de conductibilité pour la chaleur (chap. III, p. 531). En outre, comme les seuls rayons absorbés produisent un échauffement, comme les corps terrestres s'échauffent seulement à leur surface, la chaleur reçue par une surface aqueuse étant employée à la vaporiser (chap. IX, p. 552), il en résulte que la mer s'échauffe peu. Jamais, loin de terre, on ne la trouve au-dessus de plus de 30°. La température du sol s'élève au contraire dans quelques lieux jusqu'à 70°. Jamais l'air n'a une température supérieure à celle de la mer. Il ne s'échauffe donc que par contact. Les terres ont un grand pouvoir émissif, mais la mer, ainsi que nous le verrons plus loin (chap. XV, p. 573), ne se refroidit que peu.

Ces principes posés, il est facile d'expliquer le phénomène des saisons et d'apprécier les changements qui peuvent se produire lorsque l'on passera d'un horizon tel que celui de Paris, à un horizon composé différemment mais placé sur un même parallèle.

Depuis le 21 mars, époque de l'équinoxe de printemps, jusqu'au 23 septembre, époque de l'équinoxe d'automne, le jour dans nos climats surpasse la nuit, le Soleil est au-dessus de l'horizon de Paris pendant plus de douze heures.

ndant que les rayons solaires tombent sur les objets es ou liquides contenus dans notre horizon, ils les uffent. Ainsi, le 21 mars, toute son étendue est uffée pendant douze heures consécutives, mais en e temps elle est refroidie par voie de rayonnement l'espace, pendant ces mêmes douze heures de jour ndant les douze heures de nuit qui leur succèdent, -à-dire en tout pendant vingt-quatre heures. Il n'est ossible de dire *à priori* si la perte surpasse le gain, ela doit dépendre de l'intensité du rayonnement vers ace planétaire et de celle de l'action échauffante des ns solaires, deux choses qui numériquement nous sont nues. Mais examinons ce qui se passe le 22 mars.

jour-là les rayons solaires échaufferont l'horizon ant un peu plus de douze heures. Quant au refroiment par rayonnement, il s'opérera comme la veille ant vingt-quatre heures. Or, ce qui prouve incontesment que l'action échauffante, quoique ne s'exerçant endant environ douze heures, est supérieure, à cette ue de l'année, à l'action refroidissante, que l'horizon ns gagné qu'il n'a perdu, c'est qu'abstraction faite irconstances accidentelles, la température du 22 mars sse généralement celle du 21.

ous arriverons au même résultat en comparant la érature du 23 à celle du 22, et ainsi de suite.

s rayons calorifiques du Soleil produisent des effets lus en plus considérables jusqu'au 21 juin, parce s exercent leur action pendant des périodes graement plus longues, les jours augmentant sans cesse ngueur jusqu'à l'époque du solstice. Toutefois cette

cause, quoique prépondérante, n'est pas la seule qui occasionne les effets en question.

Considérons l'inclinaison sous laquelle les rayons solaires tombent sur la généralité des objets dont l'horizon de Paris se compose, à midi, par exemple. Cette inclinaison, comptée à partir de la surface, va en croissant jusqu'au 21 juin; donc les rayons absorbés, ceux qui seuls peuvent contribuer à l'échauffement des objets terrestres, comme nous l'avons vu (chap. VII, p. 545), iront chaque jour en augmentant vers le solstice.

Une troisième cause d'échauffement également influente doit être signalée ici. Le Soleil peut être considéré comme le centre d'une sphère d'où partiraient des rayons dans toutes les directions imaginables. Or, si à une certaine distance du centre de cette sphère on suppose un horizon d'une étendue déterminée exposé à l'action de ces rayons divergents, cet horizon en embrassera un nombre d'autant plus considérable qu'il se présentera à eux dans une direction plus voisine de la perpendiculaire. Qui ne voit que dans tous les midis compris entre le 21 mars et le 21 juin, un horizon quelconque, dans nos climats, se présente en effet aux rayons solaires dans des directions de plus en plus voisines de la perpendiculaire?

Ajoutons enfin que les rayons ne parviennent à la partie solide de notre globe qu'à travers une atmosphère, et que celle-ci, comme tout le monde a pu l'observer, arrête une quantité de rayons d'autant plus considérable qu'elle est traversée dans une plus grande longueur et plus obliquement.

Ainsi, en résumé, depuis le 21 mars jusqu'au 21 juin,

rizon de Paris reçoit de jour en jour plus de rayons aires; ces rayons arrivent avec plus d'intensité, sous inclinaisons, à midi du moins, de plus en plus favo- les pour l'absorption; enfin leur action a chaque jour plus grande durée. Par toutes ces causes l'horizon t s'échauffer entre ces deux époques.

Remarquons, en outre, qu'à mesure qu'un horizon chauffe, sa vertu rayonnante, je dirai presque sa faculté roidissante, va en augmentant. L'observation seule t donc montrer à quelle époque les deux effets con- res se compenseront exactement, à quelle époque rizon cessera de s'échauffer.

En discutant une longue suite d'observations météoro- iques, on a trouvé qu'à Paris, l'instant de la compen- on, l'instant où la chaleur est à son maximum, ne ncide pas avec le 21 juin, jour du solstice d'été, mais il a lieu vers le 15 juillet.

Maintenant il est certain que, depuis cette époque jus- au 21 décembre, les jours deviennent de plus en plus rts, pour un lieu situé au nord de l'équateur; que tion solaire va sans cesse en diminuant; que ces rayons ivent à l'horizon de Paris de plus en plus affaiblis, ce qu'ils traversent des couches atmosphériques plus ndues et moins diaphanes; que l'inclinaison de la lu- re à midi et à des heures voisines de ce moment de la rnée, par rapport à cet horizon ou à tout autre situé s l'atmosphère nord, et comptée à partir de sa sur- e, devient de moins en moins grande, et est alors ins propre à l'absorption; que cet horizon reçoit une ntité de rayons solaires sans cesse décroissante. De

toutes ces raisons réunies il résulte que la température de l'horizon de Paris et de tout autre horizon situé dans l'hémisphère nord, doit toujours aller en diminuant; mais il n'est pas évident de soi-même qu'il y aura compensation entre le rayonnement vers l'espace et les causes échauffantes, qui ont été sans cesse en s'affaiblissant, le 21 décembre, jour du solstice d'hiver.

L'observation montre, en effet, qu'à Paris la compensation parfaite n'arrive que vers le 14 janvier : c'est, abstraction faite des causes accidentelles, le jour du maximum du froid de l'année. A partir de cette époque, et jusqu'au 15 juillet suivant, la température va toujours en augmentant, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, en prenant le 21 mars pour point de départ.

Toute cette série de raisonnements s'appliquerait à l'horizon d'un lieu situé dans l'hémisphère sud, comme Paris est situé dans l'hémisphère nord. Seulement nous trouverions, et ce résultat est conforme aux observations, que les mois les plus chauds dans l'hémisphère nord seraient les plus froids dans l'hémisphère sud, et réciproquement.

Le temps de la révolution entière du Soleil, ou la durée de l'année, a été à toutes les époques partagée en quatre périodes distinctes. L'intervalle compris entre le 21 mars et le 21 juin s'appelle le *Printemps*. L'intervalle qui s'écoule entre le 21 juin et le 23 septembre s'appelle l'*Été*. Le nombre de jours compris entre le 23 septembre et le 21 décembre compose l'*Automne;* et du 21 décembre au 21 mars on est en *Hiver*.

Il résulte de ce que nous venons de dire que le prin-

ps de l'hémisphère boréal correspond à l'automne de misphère opposé, et que lorsque de ce côté de l'équa- nous subissons les chaleurs de l'été, on ressent les ds de l'hiver dans les latitudes méridionales.

es causes diverses qui changent l'action calorifique Soleil sont très-peu variables durant toute l'année s les deux régions voisines de l'équateur, situées l'une s l'hémisphère nord, l'autre dans l'hémisphère sud, on appelle les *régions tropicales* et qui forment la e torride. Le jour y a, en effet, presque la même durée e l'année; les hauteurs méridiennes du Soleil y sont variables, les quatre saisons, eu égard à la tempé- ure, doivent donc peu différer les unes des autres. une raison toute contraire, les saisons seront très- semblables au nord comme au midi de l'équateur dans régions où les jours auront dans l'année des durées s-inégales, ou, ce qui est presque la même chose en utres termes, là où les hauteurs méridiennes du Soleil ngeront beaucoup dans le cours de l'année. Ces ré- ats de la théorie sont parfaitement vérifiés par les ervations.

Une conséquence non moins évidente, c'est qu'il doit voir dans l'année une seule période de températures issantes à laquelle succède une seule période contraire de températures décroissantes.

Voyons si les températures de Paris sont d'accord avec prévisions.

Les observations faites à l'Observatoire depuis 1806 qu'à 1851 inclusivement, c'est-à-dire pendant qua- te-six ans, donnent les résultats suivants, pour les

moyennes des températures maxima, des températures minima et des températures moyennes :

| Mois. | Températures moyennes | | |
|---|---|---|---|
| | maxima. | minima. | moyennes. |
| Janvier | 5°.02 | — 0°.87 | 2°.07 |
| Février | 7 .31 | 0 .67 | 3 .99 |
| Mars | 10 .01 | 3 .15 | 6 .58 |
| Avril | 13 .12 | 6 .51 | 9 .81 |
| Mai | 18 .38 | 10 .67 | 14 .52 |
| Juin | 21 .12 | 13 .56 | 17 .34 |
| Juillet | 22 .67 | 15 .41 | 19 .04 |
| Août | 22 .42 | 14 .57 | 18 .49 |
| Septembre | 18 .85 | 12 .08 | 15 .46 |
| Octobre | 14 .64 | 7 .30 | 10 .97 |
| Novembre | 9 .67 | 3 .91 | 6 .79 |
| Décembre | 6 .85 | 0 .33 | 3 .59 |
| Températures annuelles | 14°.17 | 7°.27 | 10°.72 |

On voit que, soit que l'on consulte les maxima moyens de chaque mois, soit que l'on considère les minima moyens, soit enfin qu'on se contente de prendre les températures moyennes seulement, la chaleur tient une marche croissante de janvier à juillet et décroissante de juillet à décembre. Le mois le plus chaud est bien celui de juillet qui suit le solstice d'été, et le mois le plus froid est bien celui de janvier qui suit le solstice d'hiver. La moyenne des minima n'est qu'une seule fois, pour janvier, au-dessous de zéro ; les mois les plus froids sont décembre, janvier et février, et constituent l'hiver climatologique réel ; le printemps est formé par les mois de mars, d'avril et de mai ; l'été par les trois mois les plus chauds, juin, juillet et août ; les trois autres mois, septembre, octobre et novembre, forment le véritable automne.

## CHAPITRE XIII

### SUR LES FROIDS PÉRIODIQUES DE FÉVRIER ET DE MAI

ous avons dit que, si l'on prenait les températures ennes de chaque jour de l'année à Paris, on trouvait augmentation de chaleur depuis le 14 janvier jusqu'au illet et ensuite une diminution constante entre cette ière date jusque vers le 14 janvier suivant. Ce phé- ène général ne laisse pas que d'avoir quelques dis- nuités. Ainsi l'on a remarqué que la température de ue jour, en février et en mai, n'est pas toujours supé- e à celle de la veille, inférieure à celle du lendemain. avons déjà indiqué (liv. XXVI, chap. VII, pag. 322) quelques astronomes et entre autres MM. Erman et attribuent ces phénomènes frigorifiques aux masses éroïdes qui s'interposent parfois entre le Soleil et la e.

ous avons vu que la Terre traverse un essaim d'as- des vers le 13 novembre. Si ces astéroïdes forment nneau plan et continu, nous pourrons le rencontrer le point opposé de l'orbite terrestre, du 10 au 13

y a ici trois cas à considérer. Le point d'intersection nneau d'astéroïdes et de l'écliptique est-il sur l'or- terrestre même, la Terre passera au travers, et nous ons, dans le mois de mai, des apparitions nombreu- 'étoiles filantes, comme en novembre.

. région où l'anneau d'astéroïdes rencontre l'éclipti- est-elle moins éloignée du Soleil que ne l'est la

Terre, les astéroïdes se projetteront sur le Soleil, en affaibliront l'éclat. La température du 10 au 13 mai pourra s'en ressentir.

Enfin, les astéroïdes de novembre ne produiront aucun effet et seront difficilement visibles dans le mois de mai, si leur second point de rencontre avec l'écliptique est plus éloigné du Soleil que la Terre.

M. Erman, ayant remarqué une anomalie dans la progression croissante et naturelle des températures entre le 1er et le 31 du mois de mai, cette anomalie existant dans des lieux diversement situés, étant toujours une diminution, se manifestant partout du 10 au 13, s'est cru autorisé à l'attribuer à l'interposition des astéroïdes entre la Terre et le Soleil.

Le flux d'astéroïdes du 10 août conduit à un résultat semblable. Disposé en anneau plan, ce flux rencontrera l'écliptique entre le 5 et le 11 février; c'est dans cet intervalle qu'il pourra produire une éclipse partielle du Soleil. M. Erman se croit autorisé, d'après diverses séries d'observations météorologiques, à affirmer que cette éclipse a lieu réellement toutes les années.

Le froid périodique du mois de mai est une tradition populaire; les horticulteurs appellent les *trois saints de glace*, saint Mamert, saint Pancrace et saint Servais, dont les anniversaires ont lieu les 11, 12 et 13 mai. Il y a là une coïncidence bien remarquable. Toutefois, on explique aussi le phénomène en l'attribuant à la fonte des neiges et des glaces sur les diverses montagnes du nord de l'Europe. La neige en fondant absorbe, comme nous l'avons vu, une grande quantité de chaleur qu'elle doit em-

ıter à tous les corps environnants, et par conséquent
ɜi à l'air avec lequel elle est en contact. On a donc
posé que le froid qui résultait de la fonte annuelle
neiges se propageait du nord vers le sud, et qu'il
'nait l'abaissement périodique signalé par les observa-
s. Un hiver neigeux devrait, dans cette hypothèse,
suivi d'un mois de mai plus froid, et avec un hiver
x la période froide de mai devrait être peu sensible.

## CHAPITRE XIV

'ALITÉ DE TEMPÉRATURE MOYENNE POUR TOUS LES POINTS D'UN HORIZON DE TERRE FERME DÉTERMINÉ — DIFFÉRENCES ENTRE LES TEMPÉRATURES MOYENNES DANS LES VILLES ET EN RASE CAMPAGNE

.'observation a prouvé que dans toute l'étendue d'un
izon déterminé, celui de Paris, par exemple, on obtient
eu près la même température moyenne de l'année,
ıme aussi une égale température pour les mêmes jours
cette année. Cela ne semblerait pas devoir être lors-
ɔn songe que le sol s'échauffe diversement, suivant sa
ıre, suivant son degré de division, suivant sa con-
tibilité; aussi nul doute que si les thermomètres avec
quels on détermine les températures individuelles des
's et la température moyenne de l'année, étaient en
tact avec le sol ou enfoncés de quelques millimètres au-
ɜous de sa surface, on ne trouvât des différences très-
ɜibles entre les indications de celui de ces instruments
serait, par exemple, recouvert de poussière de charbon
e thermomètre dont la boule serait abritée par de la

poussière provenant de roches calcaires ou quartzeuses. Mais il faut se rappeler que les thermomètres qu'on observe sont situés dans l'air et généralement à quelque hauteur au-dessus du sol ; que si les couches atmosphériques en contact avec des sols si divers et si inégalement échauffés ont des températures initiales différentes, elles se mêlent et que leur mélange doit porter le thermomètre à des indications à peu près uniformes. Si cette explication est exacte, là où les mélanges atmosphériques seront gênés, on ne devra pas trouver le même degré de température que dans des lieux ouverts. Cette remarque conduit à la conséquence que dans l'intérieur des villes le thermomètre ne doit pas marquer le même degré qu'en rase campagne, et qu'il donnera dans l'année des résultats anormaux, sans cependant que les effets numériques de ces circonstances accidentelles puissent être déterminés autrement que par voie d'expérience. C'est ainsi qu'on explique, du moins en partie, la différence d'un demi-degré que Howard a trouvée entre la température moyenne de la ville de Londres et celle de la campagne environnante.

## CHAPITRE XV

### TEMPÉRATURES MOYENNES DE L'OCÉAN PAR DIVERSES LATITUDES

Il est temps d'examiner maintenant comment les phénomènes de température sont modifiés lorsqu'un horizon d'une étendue déterminée, au lieu d'être composé de parties solides, est recouvert en totalité d'une épaisse couche

ıus avons déjà expliqué (chap. IX, p. 548) que l'eau auffe moins à sa surface que les matières terreuses, ; que ces dernières matières ont une chaleur spéci- très-inférieure à celle de l'eau. En sorte que la tité de chaleur solaire nécessaire pour élever leur érature de 10°, par exemple, est beaucoup moins dérable que la chaleur de même origine qui peut r du même nombre de degrés la température d'une ıe liquide.

ıus devons remarquer, en outre, que les rayons 'es qui s'absorbent dans une très-mince couche ter-, pénètrent en partie dans l'eau à une profondeur dérable; qu'en mer notamment ils ne s'éteignent à fait qu'après avoir traversé des profondeurs d'une ıine de mètres, en sorte que la chaleur provenant de ɔrption, au lieu de se concentrer pour ainsi dire à la ce, porte sur une grande masse d'eau et doit être ant moindre que cette masse est plus considérable. évaporation, cause très-intense de froid, comme nous ns vu (page 552), est d'autant plus forte que ce omène s'exerce sur une plus grande échelle. Or, là liquide peut fournir sans cesse à l'évaporation, existe ;ause de refroidissement qu'on ne trouve pas du tout ı'on ne trouve pas au même degré sur la terre ferme. résulte de ces trois causes (chaleur spécifique, dia- nansie, évaporation), que l'eau et l'atmosphère qui ı contact avec elle, doivent être moins chaudes l'été ɔs portions continentales des terrains semblablement ;.

ırès avoir vu ce qui arrive à l'eau pendant l'été, sous

le rapport de la température, examinons comment elle se comporte en hiver.

Nous l'avons déjà dit, les molécules superficielles, refroidies par leur rayonnement vers les régions froides de l'espace, se précipitent vers le fond à cause de leur excès de pesanteur spécifique (chap. III, p. 531); en conséquence, la surface de la mer doit conserver une température supérieure à celle que présente la surface des continents, puisqu'ici les molécules superficielles refroidies ne s'enfoncent pas dans le terrain.

Ces conséquences déduites d'un examen minutieux du mode d'action des rayons solaires sur une surface liquide et sur une surface continentale, sont confirmées par les observations.

Ainsi, à Bordeaux, la température moyenne de l'hiver est de 6°.1, tandis que sous la latitude de cette ville la température de l'océan Atlantique ne s'abaisse jamais au-dessous de 10°.7 centigrades.

Sous le 50e degré on n'a jamais trouvé l'Océan au-dessous de 9° centigrades.

L'ensemble des observations qu'on a recueillies montre que dans l'hémisphère nord et dans la zone tempérée la température moyenne d'un îlot situé au milieu de l'océan Atlantique serait plus élevée que la température moyenne d'un lieu semblablement placé sur le continent, et qu'on y trouverait un été moins chaud et un hiver moins froid. Des différences dans ce sens-là ont été particulièrement constatées à l'île de Madère.

## CHAPITRE XVI

'ÉRENCES ENTRE LES TEMPÉRATURES MOYENNES DES LIEUX :MBLABLEMENT SITUÉS AU NORD ET AU MIDI DE L'ÉQUATEUR - LE SOLEIL VERSE UNE ÉGALE QUANTITÉ DE CHALEUR SUR ES DEUX HÉMISPHÈRES TERRESTRES

résulte de la théorie que nous venons de donner des ns, que des points semblablement situés au nord et idi de l'équateur devraient avoir la même tempéra- moyenne; il n'en est rien, cependant. Quelle peut 'origine de cette différence? On a pensé première- à l'attribuer à une cause astronomique dont nous ons pas d'abord tenu compte, afin de ne pas compli- l'explication. Je veux parler des changements de nce du Soleil à la Terre dans les différents mois de ée.

l'orbite apparente du Soleil était une circonférence ercle, nous n'aurions pas un seul mot à changer à ui précède. Mais cette orbite est une ellipse; nous ons distingué deux points, le périhélie et l'aphélie XVI, chap. VII, t. II, p. 226) correspondant à des nces du Soleil à la Terre assez dissemblables; la nce périhélie étant 0.9832, on a trouvé, par des me- micrométriques, que la distance aphélie s'élève à 68, ou, en d'autres termes, que la distance périhélie représentée par 100, la distance aphélie est expri- par 103. Le Soleil doit éclairer et échauffer un on terrestre donné, d'autant plus qu'il est plus près, tant moins qu'il est plus loin, et cela dans le rapport

lu carré des distances. Or, maintenant le Soleil passe à on périhélie vers le mois de décembre et à son aphélie ers le mois de juin. Il est donc le plus loin possible de a Terre pendant le printemps et l'été de l'hémisphère ord, et le plus près pendant l'automne et l'hiver de ce même hémisphère.

La moindre distance du Soleil dans ces deux dernières aisons doit contribuer à tempérer le froid, et la plus rande distance, qui s'observe dans le mois de juin, doit liminuer les chaleurs du printemps et de l'été. L'inverse ura évidemment lieu dans l'hémisphère sud. Le printemps et l'été y seront plus chauds que si l'orbite du Soleil tait circulaire, tandis que l'automne et l'hiver y seront lus froids qu'on ne le trouverait dans la même supposition.

Tout ce que nous venons de dire est évident de soi-même; mais ne négligeons pas de remarquer que le Soleil se meut plus lentement lorsqu'il est loin et plus vite quand il est près, et qu'en conséquence de ces inégalités le vitesse, le Soleil emploie huit jours de plus à aller de l'équinoxe de printemps à l'équinoxe d'automne, qu'à parcourir la demi-circonférence comprise entre l'équinoxe d'automne et l'équinoxe de printemps. Ainsi les deux saisons chaudes dans notre hémisphère sont certainement un peu plus froides que les saisons chaudes de l'hémisphère sud, mais aussi elles ont plus de durée. Tout compte fait, la compensation est exacte, et l'on trouve que le Soleil, malgré ses changements de distance, verse sur les deux hémisphères de la Terre précisément la même quantité de chaleur; ce n'est donc pas dans le phénomène astronomique lié à la forme elliptique de l'orbite

re, ce n'est pas dans les changements de distance de astre à la Terre que nous devons chercher la cause 'inégalité de température moyenne qu'on a trouvée omparant des observations faites dans des lieux semlement situés de part et d'autre de l'équateur, entre mpérature moyenne des îles Malouines, par exemple, température moyenne de Londres.

mpressons-nous de le répéter, tout ce que cette iné- é de distance peut entraîner, c'est une inégale répar- n des températures dans les différents mois de l'an- ; quant au résultat moyen il devrait être absolument ême ; mais il est une cause liée à la constitution phy- e de notre globe, l'inégale répartition des terres et mers entre les deux hémisphères opposés, qui peut luire à une explication plausible du phénomène, ainsi nous allons essayer de le montrer.

## CHAPITRE XVII

### 'LICATION DE LA DIFFÉRENCE QUI EXISTE ENTRE LES TEMPÉ- IATURES MOYENNES DE LIEUX SEMBLABLEMENT SITUÉS AU NORD IT AU MIDI DE L'ÉQUATEUR

me paraît évident qu'il faut chercher la cause de la rence indiquée en tête de ce chapitre, dans les ré- tions inégales de la terre ferme et de l'eau sur les hémisphères.

insi que nous l'avons déjà dit (chap. XII, p. 561), ndue de la portion liquide de notre globe est à de la partie solide comme 27 est à 10, ou à peu près ne 3 est à 1.

Les atmosphères des différentes régions du globe se mêlent entre elles par l'action des vents forts ou des courants de moindre vitesse. L'Océan, à cause de sa grande étendue, doit donc jouer un rôle immense sur le caractère des climats continentaux dans toutes les régions que son atmosphère particulière va visiter. L'étude des changements de température de l'atmosphère océanique et celle des directions du vent, peut donc seule conduire à une juste appréciation de certains climats.

Si l'on fait passer un parallèle à l'équateur par les îles Malouines, par exemple, à peine rencontrera-t-il dans son parcours quelque portion de terre de l'Amérique; tout le reste de cette ligne se développera sur l'Océan. Le parallèle en question sera donc, dans toute son étendue, le siége d'une évaporation considérable qui s'opérera à l'aide d'une forte quantité de chaleur enlevée aux eaux de la mer; il est vrai que la chaleur latente renfermée dans cette vapeur et dans les nuages qui en sont la conséquence, sera abandonnée au moment de la transformation des nuages en pluie. Mais il faut remarquer que cette transformation ne s'effectuera pas exactement dans la verticale du lieu océanique d'où la vapeur s'est élevée, que les vents peuvent transporter les nuages, et même l'atmosphère non nuageuse dans laquelle définitivement ils se forment, fort loin de leur situation originelle, et que la restitution de chaleur que les vapeurs abandonnent à l'atmosphère ou aux eaux de l'Océan au moment de leur transformation en pluie, s'effectuera au profit d'une région très-différente de celle où l'évaporation avait commencé. De là la conséquence que la mer, dans le parallèle des îles

uines, sera plus froide que sa position géographique
:ait porté à le supposer. La température moyenne de
les et celle du continent américain, modifiées par la
ıérature moyenne anormale des mers environnantes,
ont donc être plus faibles que la température des
:s semblablement situés au nord de l'équateur, mais
le voisinage desquels, à cause de l'étendue restreinte
ners, il ne s'est opéré qu'une évaporation beaucoup
ıs considérable.

tons une seconde cause qui contribue aussi à rendre
ıer, dans le voisinage des Malouines, plus froide
le ne l'est dans nos climats. Là où la mer est plus
lue, il doit se former en hiver une plus grande quan-
le glace; lorsque, dans la saison chaude, cette glace
ıdra, elle empruntera la chaleur nécessaire à son
ıgement d'état aux couches liquides sur lesquelles
flotte. Il est vrai qu'antérieurement, au moment de
ıngélation, les couches de l'Océan en se gelant, c'est-
'e en devenant solides, avaient dû abandonner toute
ıaleur latente qui constitue la différence entre l'eau
de et la glace (chap. IX, p. 550); mais cette déper-
n de chaleur s'était faite en partie au profit de l'at-
ɔhère environnante, et les vents avaient disséminé la
eur rendue libre dans toutes les régions du globe. Il
vident que cette cause de la basse température de la
dans le parallèle des Malouines ne s'exerce pas au
ıe degré sur les parallèles aquatiques moins étendus
dans l'hémisphère nord, sont compris entre l'Améri-
et l'Ancien continent.

## CHAPITRE XVIII

EXPLICATION DES DIFFÉRENCES DE TEMPÉRATURE QUI EXISTENT ENTRE LES CÔTES ORIENTALES ET LES CÔTES OCCIDENTALES DES DEUX CONTINENTS — CLIMAT RIGOUREUX DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE

Répondons sur-le-champ à une objection qu'on ne manquerait pas de faire contre la théorie à l'aide de laquelle nous avons cherché à rendre compte de la diversité des climats. Vos explications, pourra-t-on nous dire, rendent suffisamment compte des différences de climats qui existent entre des îles et les points semblablement placés dans l'intérieur des continents; mais comment expliquer, d'après les mêmes principes, les différences qu'on trouve entre les températures de deux lieux l'un et l'autre continentaux situés par les mêmes latitudes? Comment expliquer, par exemple, les différences qu'on remarque entre les températures moyennes et les températures des diverses saisons de Quebec, quand on les compare aux observations de Paris? comment rendre compte des dissemblances que l'on observe entre les températures de Boston, de New-York, de Philadelphie et les températures des lieux qui ont les mêmes latitudes en Europe? Voilà l'objection dans toute sa force.

Eh bien, je réponds : Que les vents influent énormément sur la température des lieux qu'ils vont visiter, qu'ils portent dans chacun de ces lieux une partie de la température des régions qu'ils ont traversées; que partout où ils passent, ils laissent une portion plus ou moins considérable de leur température initiale lorsqu'ils sont

s chauds que les régions parcourues, et que le con-
re arrive lorsqu'ils sont plus froids. Or, par une cause
onomique que j'expliquerai dans le chapitre suivant
ge 587), les vents prédominants dans les latitudes
pérées de l'Amérique sont les vents de sud-ouest. Ces
s venant de l'océan Pacifique n'atteignent la côte des
s-Unis qu'après avoir traversé l'Amérique dans sa
s grande largeur. Quand ils soufflent en été, leur tem-
ature, très-modérée au moment où ils quittent la mer
ifique pour s'enfoncer dans le continent, s'accroît
ne partie de la température très-supérieure à la leur
toute la partie solide du continent américain a dû
uérir à cette époque de l'année. Au moment où ce vent
vera à Québec, à Boston, à Philadelphie, il aura donc
eu près la température que les atmosphères de ces
es auraient acquise par la seule absorption des rayons
ires. Le vent sud-ouest ne produira aucune diminu-
sur les températures estivales de la côte nord-est
mérique.

Pendant l'hiver, les vents du sud-ouest qui proviennent
l'océan Pacifique sont d'une température modérée;
s ils se refroidiront considérablement en traversant la
e étendue du continent américain, et n'atteindront la
e orientale qu'avec une température très-basse, et qui
pourra influer que très-faiblement sur la température
onomique ou indépendante des déplacements atmo-
ériques des villes que nous avons nommées.

Après avoir dépassé la côte orientale d'Amérique, le
t s'identifiera en toute saison avec la température de
éan Atlantique qu'il traverse; il arrivera donc aux

rives de l'Ancien continent avec une température supérieure à celle de ce continent en hiver et plus faible en été ; il aura pour effet de rendre moins dissemblables les températures des deux saisons extrêmes. Chacun comprendra alors pourquoi Buffon disait que sur la côte orientale des États-Unis on avait un *climat excessif*, c'est-à-dire pour chaque température moyenne comparée à celle d'Europe, un été beaucoup plus chaud et un hiver beaucoup plus froid.

Si l'explication est juste, on voit que les mêmes différences, relativement aux températures, doivent exister à parité de latitude entre les côtes orientales et occidentales du Nouveau continent, comme aussi entre les côtes du vaste empire de la Chine situées à l'orient de l'Ancien continent.

Les observations confirment complétement la théorie. Sous le rapport de la température, la côte occidentale d'Amérique, très-différente de la côte orientale du même continent, ressemble à la côte occidentale d'Europe, et, d'un autre côté, la côte orientale d'Amérique à *climats excessifs* est semblable à la côte orientale d'Asie.

Aussitôt que les régions septentrionales de l'Amérique furent découvertes, les navigateurs remarquèrent qu'à parité de latitude elles sont beaucoup plus froides que l'Europe. Ce fait, dont la théorie astronomique des climats ne pouvait pas donner une explication satisfaisante, exerça la sagacité de plusieurs physiciens, et entre autres de Halley. Suivant ce savant célèbre, une comète choqua jadis obliquement la Terre et changea la position de son axe de rotation. Par suite de cet événement, le pôle nord,

rimitivement était très-voisin de la baie d'Hudson, ouva transporté plus à l'orient. Mais les contrées venait d'abandonner avaient été si longtemps et si ndément gelées, qu'il y reste encore aujourd'hui des s évidentes de cet ancien froid polaire. Il faudra, ait-on, une longue série d'années pour que l'action oleil procure aux parties boréales du nouveau conti-, le climat correspondant à leur position géographi-dégagé des effets de l'influence frigorifique qu'elles nt anciennement subie.

tte théorie pouvait paraître plausible du temps de y. Aujourd'hui que le fait météorologique qu'elle t expliquer est connu dans tous ses détails, elle se e inutile, insuffisante, contraire même aux obser-ns.

est très-vrai qu'à égalité de latitude il fait beaucoup froid aux États-Unis qu'en Europe; mais cette dis-lance s'efface presque entièrement quand les points mparaison en Amérique sont pris sur la côte occi-le, ou, en d'autres termes, près des rivages du grand n. Ainsi, en admettant l'hypothèse de Halley, l'an-pôle nord de la Terre n'a modifié en Amérique que mpérature de la côte orientale. Il a donc fallu que le se trouvât situé primitivement ou sur cette côte e, ou sur des méridiens qui en fussent peu éloignés.

quelle serait la cause du froid excessif de la côte e, qui, sous des latitudes semblables, ne le cède pas ui de la côte atlantique de l'Amérique du nord? ns-nous de le dire, Halley ne connut qu'un petit coin ntéressant phénomène de climatologie qu'il voulut

expliquer. Il ignora que dans l'ancien, comme dans le nouveau monde, la côte orientale se fait remarquer par une température très-basse; que les lignes d'égale température, qu'on appelle maintenant lignes *isothermes*, d'après M. de Humboldt, diffèrent beaucoup des parallèles terrestres, qu'elles s'abaissent considérablement vers l'équateur, tant dans l'Amérique qu'en Europe, à mesure qu'en partant des côtes occidentales on s'enfonce dans l'intérieur des continents, etc.

La théorie de Halley reposant sur un fait mal observé ne saurait conduire en rien à admettre que l'axe de la Terre ait jamais changé de position, même d'un petit nombre de degrés.

## CHAPITRE XIX

LES VENTS — BRISES DE TERRE ET DE MER RÉGLÉES PAR L'ÉCHAUFFEMENT ET LE REFROIDISSEMENT INÉGAUX DE LA TERRE ET DES EAUX — MOUSSONS — VENTS ALIZÉS — VENTS D'IMPULSION ET D'ASPIRATION — HARMATTAN — SEMOUN — CHAMSIN — VITESSES DES DIVERSES SORTES DE VENTS — INFLUENCE DES CHAÎNES DE MONTAGNES ET DES PLATEAUX ÉLEVÉS SUR LA PROPAGATION DES VENTS

Il faut soigneusement éviter, quand on veut introduire l'action perturbatrice du vent dans l'explication des saisons, de tomber dans un cercle vicieux. L'origine des vents généraux et leur mode de propagation doit faire l'objet d'une étude préliminaire et toute spéciale. La première question à résoudre est évidemment celle-ci :

De quelle manière se comporteront deux portions con-

s de l'atmosphère, si elles viennent à être inégalement
ıffées?

ı difficulté du problème tient à ce que, dans une at-
ıhère sereine, l'œil ne peut saisir aucun repère pro-
ı lui dévoiler le sens du déplacement des couches.
ndant on est arrivé à la solution dans certaines
ɜs.

ıur déterminer comment se mêlent les atmosphères
ɜux salles contiguës et inégalement échauffées, Fran-
magina de promener une chandelle à toutes les hau-
de la porte de communication. Dans le bas, près du
ıet, la flamme indiquait un courant dirigé de la salle
e vers la salle chaude. Dans le haut de la porte, la
ne s'inclinant en sens inverse, signalait un courant
é de la salle chaude vers la salle froide. A une cer-
hauteur, entre ces deux positions extrêmes, l'air
ılait stationnaire.

ıe conclure de cette expérience? Évidemment que si,
n point de la surface de la Terre, il y a une cause
ıauffement, la colonne d'air superposée s'élève, qu'un
ınt inférieur se dirige vers la partie chaude et que
ılonne d'air échauffée fournit un courant supérieur
t un mouvement inverse ou dirigé du lieu chaud vers
u froid.

ɜux qui ont résidé dans les saisons chaudes sur le
de la mer savent que tous les jours à partir d'une
ine heure (neuf ou dix heures du matin), il s'élève
ɜnt soufflant de la mer vers la terre qu'on appelle *une
de mer*. Ce vent, attendu avec impatience par les
ıants, rafraîchit l'atmosphère pendant la plus grande

partie de la journée jusque vers les cinq ou six heures du soir. La cause de ce vent est facile à trouver, d'après l'expérience de Franklin : il dépend en effet, évidemment, des échauffements inégaux que l'action des rayons solaires fait éprouver aux terres continentales et à l'Océan.

Chaque jour, lorsque, à partir de neuf heures du matin, la température de la côte commence à dépasser la température moyenne qui est toujours à peu près celle de la mer, l'air qui repose sur celle-ci souffle vers la terre. Après neuf heures du soir, au contraire, lorsque la température de la côte est retombée au-dessous de la moyenne, l'air reflue de la terre vers la mer. A la brise de mer ou du matin succède ainsi chaque jour, après quelques heures de calme, la brise du soir ou de terre. Les marins profitent de ces deux vents pour entrer dans les ports ou pour en sortir.

A propos de cette explication des brises de terre et de mer, je consignerai ici une remarque qui me paraît propre à expliquer pourquoi, sur la côte orientale des États-Unis, la température, en été, est si excessive. Si je ne me trompe, la brise de mer, ce vent modérateur des températures, ne peut pas exister sur cette partie des côtes des États-Unis, toutes les fois que le vent d'ouest y souffle. Ce dernier vent, en effet, doit refouler le vent de direction contraire qui, sans cela, se serait répandu de l'Atlantique sur toute l'étendue des côtes des États-Unis.

Les brises cessent de se faire sentir à une petite distance des côtes, et à leur place règnent en mer les vents qu'on appelle des *moussons*, mot qui vient de l'arabe et signifie saisons, parce que ces vents soufflent six mois dans un

et six mois dans l'autre. L'observation montre que, l'hémisphère boréal, la mousson de printemps com- ce en avril et la mousson d'automne en octobre ; dans nisphère austral, où nous avons vu que les saisons contraires, la mousson d'automne commence en et la mousson de printemps en octobre. Une mous- est toujours dirigée vers l'hémisphère que le Soleil uffe le plus de ses rayons. Le passage d'une mousson suivante est souvent une époque critique pour la gation, soit parce que plusieurs vents forment une ce de conflit d'où il résulte des tempêtes, soit parce ailleurs, il règne un calme plus ou moins prolongé ; les deux moussons contraires. La conformation des ; et des côtes influe sur ces phénomènes de manière ır imposer des lois particulières dans chaque région. ers l'équateur, le Soleil frappant la Terre de ses ns, dans une direction perpendiculaire ou très-peu ıuement, y produit, comme nous l'avons vu, une tem- ture constamment plus élevée que dans les autres ts de notre globe. Il en résulte que des deux hémi- res doivent affluer vers l'équateur deux courants in- urs. A cause du mouvement de rotation diurne de la e, ces courants rencontrent des couches animées e vitesse croissante dans le sens de l'ouest à l'est. qui était sur un parallèle de plus petit rayon nt à rencontrer l'air placé sur un parallèle de plus ıd rayon, marche moins vite qu'il ne le devrait pour e notre globe dans son mouvement ; il est en retard un observateur et il doit, par conséquent, paraître ıouvoir en sens contraire du mouvement diurne. Il

résulte de la combinaison de ces deux effets des vents constants, nommés vents alizés, d'un vieux mot français qui signifie l'uniformité, la constance; ces vents auront nécessairement, en toute saison, si d'autres causes n'interviennent pas dans le phénomène, la direction du nord-est dans l'hémisphère boréal, et celle du sud-est dans l'hémisphère austral. Il est bien entendu que beaucoup de circonstances locales pourront apporter des changements à ce résultat théorique. Ainsi, comme l'a appris le capitaine Basil Hall, entre 8° et 22° de latitude nord, on trouve un vent d'ouest à peu près permanent sur la mer qui baigne la côte occidentale du Mexique, de Panama à la péninsule de Californie.

Lorsqu'il s'éloigne des régions équatoriales, et à mesure qu'il se rapproche des zones tempérées sur lesquelles il va retomber en les refroidissant, le courant supérieur rencontre des couches d'air animées d'une moindre vitesse dans le sens du mouvement diurne. Il en résulte que le retour des vents alizés donne lieu dans les zones tempérées à un vent qui souffle du sud-ouest pour l'hémisphère boréal, et du nord-ouest pour l'hémisphère austral. C'est cette circonstance qui explique comment à Paris le vent souffle plus souvent du sud-ouest que de toute autre direction.

Dès les premières disputes sur le mouvement réel de la Terre, les coperniciens présentèrent les vents alizés comme une preuve du mouvement de rotation diurne, dirigé de l'occident à l'orient. Le vent alizé était à leurs yeux, comme le rapporte Cassini dans son Mémoire de 1693 sur la lumière zodiacale, une simple illusion.

observateur entraîné par le mouvement de la partie
e de notre globe aurait quitté l'air atmosphérique
dès lors, aurait semblé produire un vent soufflant en
contraire, ou de l'orient à l'occident. Nous venons
oir que c'est la combinaison des vitesses différentes
e part des couches d'air déplacées par suite des
·ences de température des divers points du globe
'autre part des couches atmosphériques entraînées
le mouvement diurne, qui produit réellement les
; alizés.

ı théorie des vents alizés exige l'existence d'un contre-
ant supérieur; plusieurs observations en ont donné
euve. Le capitaine Basil Hall a observé que dans la
on des vents alizés, les nuages très-élevés marchent
tamment dans une direction opposée à celle du vent
ieur. Le même voyageur trouva, dans le mois d'août
), au sommet du pic de Ténériffe, un vent du sud-
t, c'est-à-dire un vent diamétralement opposé au vent
qui soufflait à la surface de la terre. Le 22 juin 1799,
de l'ascension que fit sur la même montagne mon
:re ami M. de Humboldt, il régnait sur le sommet du
ı un vent d'ouest très-violent.

oici une autre preuve de l'existence de ce même
re-courant des vents alizés, déduite de la chute à la
ade des poussières lancées par le volcan de l'île de
t-Vincent (liv. XX, chap. XIII, t. III, p. 160).

ans la soirée du 30 avril 1812, on entendit pendant
ques instants, à l'île de la Barbade, des explosions
nent semblables aux décharges de plusieurs pièces
ros calibre, que la garnison du château Sainte-Anne

resta sous les armes toute la nuit. Le lendemain matin, 1er mai, l'horizon de la mer, à l'orient, était clair et bien défini ; mais immédiatement au-dessus on apercevait un nuage noir qui couvrait déjà le reste du ciel, et qui même, bientôt après, se répandit dans la partie où commençait à poindre la lumière du crépuscule. L'obscurité devint telle alors que dans les appartements il était impossible de distinguer la place des fenêtres, et qu'en plein air plusieurs personnes ne purent voir ni les arbres à côté desquels elles se trouvaient, ni les contours des maisons voisines, ni même des mouchoirs blancs placés à 15 centimètres des yeux. Ce phénomène était occasionné par la chute d'une grande quantité de poudre volcanique, provenant de l'éruption d'un volcan de l'île de Saint-Vincent, et qui contenait, d'après une analyse du docteur Thomson, 91 parties de silice et d'alumine, 8 de calcaire et 1 d'oxyde de fer. Cette pluie d'un nouveau genre et l'obscurité profonde qui en était la conséquence, ne cessèrent entièrement qu'entre midi et une heure ; mais plusieurs fois, depuis le matin, on avait remarqué, en s'aidant d'une lanterne, comme des espèces d'averses pendant lesquelles la poussière tombait en plus grande abondance. Les arbres d'un bois flexible ployaient sous le faix ; le bruit que les branches des autres arbres faisaient en se cassant contrastait d'une manière frappante avec le calme parfait de l'atmosphère ; les cannes à sucre furent totalement renversées, enfin toute l'île se trouva couverte d'une couche de cendres verdâtres qui avait 3 centimètres d'épaisseur.

La situation relative de la Barbade et de Saint-Vincent

d l'observation que nous venons de rapporter fort ressante. Cette dernière île, comme on sait, est de kilomètres plus occidentale que l'autre. Les vents ali- dans ces parages, et particulièrement en avril et , soufflent uniformément et sans interruption de l'est, c une légère déviation vers le nord. Il faut donc nettre que le volcan de Saint-Vincent avait projeté mense quantité de poussière qui tomba sur la Bar- e et les mers voisines jusqu'à une hauteur où non- lement les vents alizés ne se faisaient pas sentir, mais s laquelle régnait même un courant diamétralement osé. Ainsi les cendres du volcan de l'île de Saint- cent durent être projetées à une hauteur assez con- rable pour avoir échappé à l'influence du vent é du nord-est, puisqu'elles se propagèrent dans une ction opposée; cette propagation ne put avoir lieu par l'effet du contre-courant supérieur, dont l'exis- ce se trouve ainsi constatée sans réplique.

Lorsque les vents prennent naissance en un lieu donné suite d'une augmentation de la pesanteur de la couche r superposée, ils se propagent par *impulsion*, ils ssent devant eux les couches atmosphériques, ils se sentir d'abord dans les lieux d'où ils paraissent pro- ir. Lorsque, au contraire, il se produit quelque part diminution de la pesanteur de la colonne aérienne, a appel des couches voisines; le vent se propage par *iration*, il se fait sentir d'abord dans les lieux vers uels il se dirige.

l n'est guère permis de douter, d'après les détails qui cèdent, que certains vents n'aient pour cause les

vides partiels atmosphériques, ou les courants ascendants qui se produisent à telle ou telle époque et dans telle ou telle région des continents et des mers. Les lieux où ces diminutions de densité se manifestent deviennent autant de centres vers lesquels les atmosphères circonvoisines affluent ou se précipitent. Jusqu'ici il n'a été question que de vents modérés. Prouvons par quelques faits que des vents très-violents, que de véritables ouragans sont quelquefois aussi des vents d'aspiration.

Le 21 octobre 1743, Franklin se préparait à observer une éclipse de Lune qui devait commencer à Philadelphie vers les 9 heures. Un ouragan du nord-est se manifesta, dès les 7 heures, avec une grande violence, avec son accompagnement ordinaire d'épais nuages et rendit l'observation impossible. Eh bien, à Boston, situé à environ 140 lieues au nord-est de Philadelphie, on put très-bien observer l'éclipse, l'ouragan s'y fit sentir deux heures plus tard que dans cette dernière ville. En faisant une enquête sur ce phénomène, Franklin trouva que le commencement du même ouragan avait été toujours plus tardif à mesure qu'on remontait davantage vers le nord-est.

On trouve dans un Mémoire du capitaine Tillard, sur la formation de l'île Sabrina, dans les Açores, en 1811, le passage suivant : « Le nuage de fumée (qui sortait du volcan) s'élevait beaucoup plus haut que les cendres ; de grandes masses moutonneuses s'étendaient graduellement dans la direction du vent, en une couche horizontale, et tiraient à elles une quantité de trombes qui ajoutaient beaucoup à la beauté de la scène. »

'ranklin rend parfaitement compte, par deux exem-
s familiers, de la cause de pareils ouragans : « Sup-
ons, dit-il, un long canal d'eau fermé à l'une de ses
rémités par une porte. L'eau y est tout à fait en repos
qu'à ce que la porte s'ouvre. Alors l'eau commence à
nettre en mouvement pour s'écouler par cette porte;
u qui en est le plus proche se met la première en
uvement pour s'écouler par cette issue ; l'eau qui avoi-
e cette première s'ébranle ensuite, et ainsi successive-
nt, jusqu'à ce que l'eau qui est à l'autre extrémité du
al s'achemine la dernière de toutes vers le côté où la
stance est diminuée. Ainsi dans ce cas, toute l'eau se
ut véritablement vers la porte, mais les temps suc-
sifs où ces mouvements commencent sont en sens
traire, c'est-à-dire de la porte en arrière jusqu'à la
du canal.

Supposons encore que l'air d'une chambre soit tran-
le et sans aucun courant dans toute la chambre, jus-
à ce qu'on fasse du feu dans la cheminée. L'air de
ans la cheminée, étant raréfié par le feu, s'élève
médiatement; l'air d'auprès de la cheminée accourt
r le remplacer dans la cheminée même, et ainsi de
che en proche, tout le reste de l'air, jusqu'à celui de
rière la porte.

Ainsi, pour produire nos ouragans nord-est, sur les
s occidentales des États-Unis, il suffit d'admettre une
nde chaleur et une grande raréfaction dans le golfe
Mexique, ou dans le voisinage. L'air qui s'en élève y
remplacé par celui qui l'avoisine du côté du nord, et
étant plus froid, est conséquemment plus dense et

plus pesant. Celui-ci étant en mouvement est bientôt suivi par l'air le plus proche, en tirant toujours au nord, etc., etc. ; d'où il résulte un courant successif qui prend la direction du nord-est, parce que les côtes et les chaînes de montagnes du continent mexicain s'étendent du nord-ouest au sud-est. »

La haute température de l'intérieur de l'Afrique est l'origine des vents extraordinaires qui se font sentir sur les côtes de Guinée, sur celles de la Barbarie, en Égypte, dans l'Arabie, dans la Syrie, dans les steppes de la Russie méridionale et même jusqu'en Italie. Ces vents, nommés harmattan, semoum, chamsin, sont accompagnés de circonstances étranges sur lesquelles il est utile de donner quelques détails ; ils sont particulièrement chauds et secs et entraînent avec eux des tourbillons de poussière.

On appelle *harmattan* un vent qui souffle trois ou quatre fois chaque saison, de l'intérieur de l'Afrique vers l'océan Atlantique ; dans la partie de la côte comprise entre le cap Vert (latit. 15°N.) et le cap Lopez (latit. 1°S.), l'harmattan se fait principalement sentir dans les mois de décembre, de janvier et de février. Sa direction est comprise entre l'est-sud-est et le nord-nord-est. Sa durée est ordinairement d'un ou deux jours, quelquefois de cinq ou six. Ce vent n'a qu'une force modérée.

Un brouillard d'une espèce particulière et assez épais pour ne donner passage à midi qu'à quelques rayons rouges du Soleil, s'élève toujours quand l'harmattan souffle. Les particules dont ce brouillard est formé se déposent sur le gazon, sur les feuilles des arbres et sur

eau des nègres, de telle sorte que tout alors paraît
c. On ignore quelle est la nature de ces particules;
sait seulement que le vent ne les entraîne sur l'Océan
une petite distance des côtes; à une lieue en mer,
exemple, le brouillard est déjà très-affaibli; à trois
es il n'en reste plus de traces, quoique l'harmattan
fasse encore sentir dans toute sa force.

L'extrême sécheresse de l'harmattan est un de ses
actères les plus tranchés. Si ce vent a quelque durée,
branches des orangers, des citronniers, etc., se des-
nent et meurent; les reliures des livres (et l'on ne doit
en excepter ceux-là même qui sont placés dans
malles bien fermées et recouverts de linge) se cour-
t comme si elles avaient été exposées à un grand feu.
panneaux des portes et des fenêtres, les meubles
s les appartements craquent et souvent se brisent.
effets de ce vent sur le corps humain ne sont pas
ns évidents. Les yeux, les lèvres, le palais, devien-
t secs et douloureux. Si l'harmattan dure quatre ou
q jours consécutifs, les mains et la face se pèlent.
r prévenir cet accident, les Fantee se frottent tout le
ps avec de la graisse.

Après tout ce que nous venons de rapporter des fâ-
ux effets que produit l'harmattan sur les végétaux,
pourrait croire que ce vent doit être très-insalubre :
t cependant tout l'opposé qu'on a observé. Les fièvres
rmittentes, par exemple, sont radicalement guéries au
mier souffle de l'harmattan. Ceux que l'usage excessif
on fait de la saignée dans ces climats avait exténués,
ouvrent bientôt leurs forces; les fièvres rémittentes et

épidémiques disparaissent aussi, comme par enchantement. Telle est enfin l'influence salutaire de ce vent, que pendant sa durée, l'infection ne peut pas être communiquée, même par l'art. Voici le fait sur lequel se fonde cette assertion; il est rapporté par un ancien voyageur anglais, Mathieu Dobson :

En 1770, il y avait à Whydah, un bâtiment anglais, *the Unity*, chargé de plus de 300 nègres. La petite vérole s'étant déclarée chez quelques-uns de ces esclaves, le propriétaire se décida à l'inoculer aux autres. Tous ceux chez lesquels on pratiqua l'opération avant le souffle de l'harmattan gagnèrent la maladie. Soixante-dix furent inoculés le deuxième jour après que l'harmattan avait commencé à se faire sentir : aucun d'eux n'eut ni maladie ni éruption. Toutefois, quelques semaines après, à une époque où l'harmattan ne régnait plus, ces mêmes individus prirent la petite vérole, soit naturellement, soit artificiellement. Ajoutons que pendant cette seconde éruption de la maladie, l'harmattan ayant recommencé à souffler, les soixante-neuf esclaves qui en étaient attaqués furent tous guéris.

Le pays que traverse l'harmattan avant d'atteindre la côte se compose, jusqu'à la distance de plus de 160 lieues, de plaines de verdure entièrement ouvertes, et de quelques bois de peu d'étendue. On y trouve çà et là un petit nombre de rivières et de lacs peu considérables.

Le *simoum*, vent empoisonné du Désert, est un vent violent du sud-est. Il dessèche les outres dans lesquelles les voyageurs réunis en caravanes portent leur eau, et c'est par là surtout qu'il est à craindre. En juin 1815,

ckhardt allant de Tor à Suez, vit une outre perdre en matinée le tiers de son eau, par l'évaporation qu'oc-onna le simoum. Ce voyageur est persuadé qu'il y a rès-grandes exagérations dans tous les récits qu'on a iés sur les effets désastreux de ce vent ; il s'y est ısé fréquemment sans en être incommodé d'une ma-e remarquable, et n'a pas entendu citer une circon-ce bien authentique où ce vent ait occasionné la mort homme ou celle d'aucun animal.

es tourbillons, des espèces de trombes, se joignent uemment au simoum, et enlèvent dans les airs, u'à une grande hauteur, des masses de sable qui ıent à l'atmosphère une teinte rouge, orange et même âtre, suivant l'espèce de teinte du terrain ; le jaune ndant prédomine. La poussière augmente toujours blement la température de l'atmosphère.

n mai 1813, à Esné, dans la haute Égypte, pendant imoum, Burckhardt trouva que le thermomètre mon-à l'ombre jusqu'à 49°.4 centigrades. Mais cette cha-excessive ne dure guère jamais plus d'un quart ure ; aussitôt que la poussière s'abat, le thermomètre se. Les Arabes se couvrent la tête pour se garantir du flottant, et non pas, comme on l'a dit, dans la vue ıpêcher que l'air ne les frappe directement ; Burckhardt s a jamais vus se coucher la face contre terre.

e *chamsin*, très-remarquable par sa température e, dure 50 jours, ainsi que l'indique son nom dans ngue du pays ; il commence environ 25 jours avant inoxe du printemps pour finir 25 jours après.

ı Europe, on connaît le sirocco d'Italie et le solano

d'Espagne qui jettent les habitants dans un grand état de langueur par la chaleur énervante qu'ils apportent avec eux. Le Nouveau Monde n'échappe pas non plus à l'influence brûlante de quelques vents chauds et secs; tels sont ceux qui soufflent de terre sur les côtes de la Nouvelle-Hollande, et ceux qui parfois se font sentir dans les llanos de l'Orénoque.

Les nombres suivants donnent une idée des vitesses des diverses sortes de ve

| Vitesse par seconde. | Vitesse par heure. | Caractère du vent. |
|---|---|---|
| | lieues | |
| 0m.5 | 0.45 | ine sensible. |
| 1 .0 | 0. 9 | sible. |
| 2 .0 | 1. 8 | odéré. |
| 5 .5 | 4.95 | assez fort. |
| 10 .0 | 9. 0 | fort. |
| 20 .0 | 18. 0 | très-fort. |
| 22 .5 | 20. 2 | tempête. |
| 27 .0 | 24. 3 | grande tempête. |
| 36 .0 | 32. 4 | ouragan. |
| 45 .0 | 40. 5 | ouragan qui déracine les arbres et renverse les édifices. |

Les vents qui se transportent avec ces vitesses plus ou moins grandes, doivent introduire des variations plus ou moins rapides dans les températures de chaque lieu; ce sont donc de grands modificateurs de climats. Toutefois, ils ne peuvent agir sur la surface des continents comme sur la surface des mers où ils ne rencontrent aucun obstacle à leur passage; mais en terre ferme, des plateaux élevés, des chaînes de montagnes les arrêtent ou ch ections.

L'a uest à l'est par des chaînes

montagnes très-élevées qui doivent souvent mettre tacle à la propagation des vents méridionaux.

Au sud de l'Asie aucune terre continentale n'est située s la zone torride. On n'y trouve, sous l'équateur, que très-petites parties des îles de Sumatra, de Bornéo, Celèbes, de Gilolo.

Au sud de l'Europe, au contraire, les régions de l'équa- r et de la zone torride sont occupées par la partie la s large du continent de l'Afrique.

Si les atmosphères des diverses régions de la Terre se lent, dans le haut ou dans le bas, par un mouvement igé du sud au nord, l'Europe recevra de l'Afrique des rants bienfaisants; l'Asie n'en jouira pas au même gré puisque les courants méridionaux ne pourraient lui iver que de la mer.

M. de Humboldt a trouvé que, dans l'Amérique méri- nale, l'étendue de la région montueuse est à celle des ines comme 1 est à 4. Chacun peut concevoir, d'après chiffres, combien une modification sensible dans l'état ysique des montagnes et conséquemment dans l'atmo- ère qui les entoure, exercera d'influence sur la clima- gie d'un pays tout entier.

## CHAPITRE XX

### ACTION DES COURANTS PÉLAGIQUES ET DES MERS SUR LES CLIMATS

Nous avons attribué un rôle important aux vents comme se modificatrice des climats. Si nous écrivions un té de météorologie, nous attribuerions une égale in-

fluence aux courants pélagiques qui transportent sous une latitude des eaux qui avaient été échauffées ou refroidies sous une latitude différente. Mais nous devons nous interdire de semblables détails. On nous permettra de remarquer, toutefois, que l'Europe, déjà favorisée, quant à sa température, par l'existence à son midi, d'une bande intertropicale toute terrestre, qui doit plus s'échauffer, par l'action des rayons solaires, que la bande aquatique intertropicale située au sud de l'Asie, jouit aussi de l'avantage d'avoir à son nord une mer qui, par une circonstance particulière, reste presque toujours libre de glaces jusqu'à une latitude très-élevée. La circonstance dont je veux parler est le courant d'eau chaude, connu sous le nom de *gulph stream*, lequel, après avoir débouché par le détroit de Bahama et longé, à distance, la côte orientale des États-Unis d'Amérique, va réchauffer l'Irlande, les îles Shetland, les Orcades, les côtes de la Norvége et les mers environnantes.

Il faut bien se le rappeler, la mer n'exerce par son voisinage une influence modératrice sur les froids des continents, qu'à la condition de rester liquide. Quand la mer se gèle, quand la mer se couvre de glaçons et de neige, elle agit comme la terre ferme.

Si l'on croyait que j'ai exagéré la part d'influence que la mer doit exercer sur la température des continents, je ferais remarquer qu'il résulte d'observations faites en Amérique que le voisinage des grands lacs y modifie les températures des contrées environnantes de manière qu'elles se rapprochent des températures des côtes. Telle doit être, par exemple, l'influence des lacs Huron et

higan qui ont, dans quelques points, plus de 600 mè- de profondeur, de telle sorte que leur fond est à s de 400 mètres au-dessous du niveau de la mer.

Du reste, en jetant un coup d'œil sur les chiffres représentent le développement des côtes des conti- ts, on comprend sans peine que les mers doivent in- r inégalement sur les climats des terres. Ainsi, le déve- pement des côtes de l'Europe est trois fois plus étendu si, à surface égale, ce continent était circulaire.

| | |
|---|---|
| Pour l'Asie, le rapport est celui de..... | 1 à 2.4 |
| Pour l'Afrique, celui de..... | 1 à 1.4 |
| Pour la Nouvelle-Hollande, celui de..... | 1 à 1.4 |
| Pour l'Amérique du sud, celui de..... | 1 à 1.6 |
| Pour l'Amérique du nord, celui de..... | 1 à 2.9 |

'ajouterai le fait suivant comme exemple d'un lieu où oisinage de la mer produit un climat particulier très- mal. Près du port de Salcombe, dans le Devonshire, plus de 50° de latitude nord, les myrtes passent ver sans abri en pleine terre. En 1774, un agave y rit. Cet agave avait vingt-huit ans; il n'avait jamais couvert. On a vu sur cette même côte des orangers espalier, à peine abrités, porter des fruits.

## CHAPITRE XXI

### IMATS — DURÉES DES JOURS ET DES NUITS EN DIFFÉRENTS LIEUX ET A DIFFÉRENTES ÉPOQUES — ZONES TERRESTRES

Nous avons vu que l'unique cause de l'échauffement a surface de la Terre est dans le calorique que le il émet sur les différents points de notre globe. Plus

le Soleil envoie longtemps ses rayons bienfaisants dans une direction voisine de la verticale d'un lieu, plus la température de ce lieu est élevée. Nous avons démontré précédemment (liv. VII, chap. X, t. I, p. 280) que la durée des jours et par conséquent des nuits, dans toutes les régions de la Terre, dépend en chaque instant de la déclinaison du centre du Soleil et de la position du lieu considéré sur la surface de notre planète. A mesure que l'horizon de chaque lieu est de moins en moins incliné sur l'équateur terrestre, la longueur du jour ou de la nuit la plus grande de l'année augmente, et en même temps l'astre radieux atteint des hauteurs au-dessus de l'horizon de plus en plus éloignées du zénith. On entend par le mot *climat*, dont l'étymologie grecque signifie inclinaison, une zone de la sphère terrestre dont la largeur est telle, que l'un des deux parallèles à l'équateur qui la renferment a son plus grand jour plus long d'une heure que l'autre. Le plus grand jour correspond à la plus grande déclinaison solaire qui, en nombre rond, est de 23° 28′, et ce jour le plus grand de l'année est d'autant plus long, que la latitude est plus grande ou que la hauteur du pôle au-dessus d'un lieu est plus grande. Il résulte de là que tandis que sous l'équateur la durée du jour est constamment égale à celle de la nuit, il doit arriver une époque où, pour un lieu dont la latitude sera de 66° 32′, complément à 90° de 23° 28′, le Soleil ne se couchera pas ou bien décrira en 24 heures un cercle constamment au-dessus de l'horizon.

Pour tout point de l'hémisphère boréal, dont la latitude est plus grande que 66° 32′, l'année présente quatre

ses distinctes : vers l'équinoxe du printemps, le Soleil ève et se couche chaque 24 heures, et la durée du semble d'abord augmenter jusqu'à devenir 24 heures, lis que la durée de la nuit diminue depuis 24 heures u'à zéro. Dans la seconde phase, vers le solstice é, le Soleil ne se couche pas et il n'y a pas de nuit. ıs la troisième phase, vers l'équinoxe d'automne, les 's, d'abord de 24 heures, diminuent jusqu'à devenir ;, tandis que les nuits augmentent depuis zéro jus- ı 24 heures. Enfin, dans la quatrième phase, qui espond à l'époque voisine du solstice d'hiver, le ;il ne se lève pas, la nuit est permanente, il n'y a de jour. A mesure qu'on se rapproche du pôle boréal, durées de la deuxième et de la quatrième phase mentent. Au pôle même la première et la troisième se étant devenues nulles, l'année se trouve divisée leux parties pendant lesquelles le Soleil est toujours dessus ou au-dessous de l'horizon et décrit des cercles allèles à ce plan, de telle sorte que les rayons qu'il oie sont toujours émis obliquement et sont, par con- ıent, à leur minimum d'échauffement.

)ans tout point dont la latitude, soit boréale soit aus- e, est plus grande que 66° 32′ il y a ainsi certaines ques de l'année pour lesquelles le Soleil est plusieurs 's sans se lever ou sans se coucher. Les deux cercles allèles à l'équateur menés par 66° 32′ de latitude éale ou australe et que l'on voit dans les figures 244 45 (t. III, p. 176 et 177) portent le nom de *cercles ıires*, et les deux calottes de la Terre qui ont ces les pour bases sont les *zones glaciales*. La zone qui

avoisine le pôle nord est dite la zone *arctique*, du mot ἄρκτος, l'Ourse, constellation qui se trouve placée près du pôle nord autour duquel le firmament semble tourner (le verbe grec πολέω signifiant *je tourne*). La zone qui avoisine le pôle sud est dite *antarctique*.

La partie de la Terre comprise entre les deux cercles polaires renferme tous les points pour lesquels le Soleil se lève ou se couche chaque jour de l'année. On la subdivise en trois zones. A partir de l'équinoxe du printemps, sur l'hémisphère nord, le Soleil qui, dans son mouvement apparent diurne, décrivait l'équateur et par conséquent s'approchait du zénith de chaque lieu d'une quantité égale à la latitude de ce lieu, tourne chaque jour suivant un petit cercle distant de l'équateur d'une quantité égale à sa déclinaison, et à midi sa distance zénithale sera la latitude du lieu moins la déclinaison solaire. Il arrivera donc évidemment que le Soleil passera un jour donné au zénith même d'un lieu considéré, si la latitude de ce lieu est au plus égale à la plus grande déclinaison boréale solaire, qui est de 23° 28′ au solstice d'été. On peut faire un raisonnement semblable pour l'autre hémisphère. Par conséquent, si l'on décrit sur le globe terrestre deux parallèles à l'équateur par les latitudes nord ou sud de 23° 28′, on aura deux cercles comprenant tous les lieux où l'on voit passer le Soleil au zénith à certaines époques de l'année. Les deux parallèles tracés sur les figures 244 et 245 sont appelés les *tropiques*, et la zone qu'ils enferment est dite *torride* ou *intertropicale*. Le tropique de l'hémisphère boréal est celui du *Cancer*; le tropique de l'hémisphère austral est celui du *Capricorne*. Ces dénomi-

ons proviennent de ce que le Soleil passe au zénith
point quelconque de ces deux cercles, lorsqu'il entre
le signe du Cancer ou dans le signe du Capricorne,
-à-dire au solstice d'été ou au solstice d'hiver. Le mot
que vient du verbe grec τρέπω, *je retourne*, parce
le Soleil après s'être avancé vers le nord ou vers le
de l'équateur pour atteindre le zénith des points
és sur les deux cercles dont nous venons d'indiquer
racé, retourne sur ses pas pour se rapprocher de
ateur.

ans tous les points de la zone torride le Soleil passe
fois par an au zénith; pour les deux tropiques il n'y
e qu'une seule fois; pour les autres points de la
e, il n'atteint jamais le zénith.

a zone terrestre comprise entre le tropique du Cancer
cercle polaire arctique est la *zone tempérée boréale;*
comprise entre le tropique du Capricorne et le
e polaire antarctique est la *zone tempérée australe.*
es deux zones glaciales forment les 0.082 de la sur-
de la Terre; les deux zones tempérées en représen-
ensemble les 0.520; enfin la zone torride, composée
deux régions comprises entre les tropiques et l'équa-
est à la surface entière de notre planète comme
8 est à 1.

es durées des plus grands jours et par conséquent
des plus longues nuits, sur les divers climats, sont
iées par le tableau suivant:

| Latitudes marquant les limites des climats. | | Durées des plus longs jours dans chaque climat. | |
|---|---|---|---|
| 0° | 0′ | 12 | heures |
| 16 | 44 | 13 | — |
| 30 | 48 | 14 | — |
| 41 | 24 | 15 | — |
| 49 | 2 | 16 | — |
| 54 | 31 | 17 | — |
| 58 | 27 | 18 | — |
| 61 | 19 | 19 | — |
| 63 | 23 | 20 | — |
| 64 | 50 | 21 | — |
| 65 | 48 | 22 | — |
| 66 | 21 | 23 | — |
| 66 | 32 | 24 | — |
| 67 | 23 | 1 | mois |
| 69 | 31 | 2 | — |
| 73 | 40 | 3 | — |
| 78 | 11 | 4 | — |
| 84 | 5 | 5 | — |
| 90 | 0 | 6 | — |

ntenant la durée des jours les plus longs et plus courts sous les diverses latitudes depuis rrestre jusqu'aux cercles polaires des deux :

| ides. | Durée du jour le plus long. | | Durée du jour le plus court. | |
|---|---|---|---|---|
| | 12h | 0m | 12h | 0m |
| | 12 | 17 | 11 | 43 |
| | 12 | 35 | 11 | 25 |
| | 12 | 53 | 11 | 7 |
| | 13 | 13 | 10 | 47 |
| | 13 | 34 | 10 | 26 |
| | 13 | 56 | 10 | 4 |
| | 14 | 22 | 9 | 38 |
| | 14 | 51 | 9 | 9 |
| | 15 | 26 | 8 | 34 |
| | 16 | 9 | 7 | 51 |

| Latitudes. | Durée du jour le plus long. | Durée du jour le plus court. |
|---|---|---|
| 55° | 17h 7m | 6h 53m |
| 60 | 18 30 | 5 30 |
| 65 | 21 9 | 2 51 |
| 66° 32′ | 24 0 | 0 0 |

)ans les deux hémisphères, au delà des cercles po-
es, la durée du jour varie de 0 à 24 heures dans la
tion de l'année pendant laquelle le Soleil se lève ou
couche. Le nombre de jours pendant lequel l'astre
ieux reste constamment au-dessus ou constamment
dessous de l'horizon sous les diverses latitudes depuis
32′ jusqu'à 90° est donné par le tableau suivant dans
.tel il est rappelé que les phénomènes sont inverses
ıs les deux zones glaciales :

| Latitudes boréales ou australes. | Le Soleil ne se couche pas dans l'hémisphère boréal, ne se leve pas dans l'hémisphère austral pendant environ : | Le Soleil ne se lève pas dans l'hémisphère austral, ne se couche pas dans l'hémisphère boréal pendant environ : |
|---|---|---|
| 66° 32′ | 1) | 1) |
| 70° | 65 | 60 |
| 75 | 103 | 97 |
| 80 | 134 | 127 |
| 85 | 161 | 153 |
| 90 | 186 | 179 |

Nous devons remarquer ici que dans toute cette théorie
climats, nous avons supposé que le Soleil était réduit
on centre; nous avons en outre négligé les phéno-
nes de l'aurore et du crépuscule produits par la ré-
ction de la lumière et de la chaleur à travers l'atmo-
ère terrestre. Comme le diamètre de l'astre radieux
de 32′, il faudrait reculer de 16′ la latitude où le
eil disparaîtrait tout entier. La réfraction élevant le

l de plus de 33′ à l'horizon, il faudrait encore ner de cette quantité les cercles polaires absolus. ı la nuit n'est entière que lorsque le Soleil est abaissé 3° au-dessous de l'horizon (liv. xx, chap. xiv, t. iii, 57); il y aurait donc encore à tenir compte de cette nstance, d'où il résulte que vers les pôles le jour .u ne cesse que rarement et que la nuit complète est ıue inconnue de l'observateur.

s saisons sont inverses dans les deux hémisphères, ne nous l'avons dit ; elles ne sont pas d'ailleurs autre : que les intervalles de temps que la Terre emploie rcourir les quatre parties de son orbite comprises : les équinoxes et les solstices. A cause de l'excen- é de l'orbite terrestre, et en vertu de la loi des aires xvi, chap. vi, t. ii, p. 220), les durées des saisons inégales; elles sont représentées par les nombres ınts qui montrent comment il se fait, ainsi que nous ns dit (chap. xvi, p. 575), que le Soleil reste chaque e environ huit jours de plus dans l'hémisphère boréal dans l'hémisphère austral :

| | | | |
|---|---|---|---|
| .utomne | 89ʲ | 18ʰ | 35ᵐ |
| liver | 89 | 0 | 2 |
| éjour du Soleil dans l'hémisphère austral. | 178 | 18 | 37 |
| 'rintemps | 92ʲ | 20ʰ | 59ᵐ |
| ité | 93 | 14 | 13 |
| iéjour du Soleil dans l'hémisphère boréal.. | 186 | 11 | 12 |

'influence de l'inégalité de la durée des jours et de ıriation de la distance du Soleil au zénith est rendue ifeste par le tableau suivant dans lequel sont com-

es les températures de Paris avec celles de Para-
.bo, lieu situé non loin de Cayenne sur les côtes de
uyane et dans le voisinage de l'équateur :

| | Paris (latitude N. 48° 50′). | | | Paramaribo (latitude N. 5° 45′). | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| sons. | Durée moyenne du jour. | Distance moyenne du Soleil au zénith. | Température moyenne de la saison. | Durée moyenne du jour. | Distance moyenne du Soleil au zénith. | Température moyenne de la saison. |
| '..... | 9h 45m | 63° 15′ | 3°.2 | 12h | 20° 15′ | 25°.9 |
| emps. | 14 30 | 33 45 | 10 .3 | 12 | 9 15 | 25 .3 |
| ..... | 14 30 | 33 45 | 18 .3 | 12 | 9 15 | 26 .9 |
| mne.. | 9 45 | 63 15 | 11 .1 | 12 | 20 15 | 28 .2 |
| ›ér. moyenne de l'année. | | | 10°.7 | | | 26°.5 |

ans les climats tempérés, la Terre perd en automne
haleur qu'elle a gagnée en été et elle atteint son
.imum de froid en hiver. Sous la zone torride les tem-
ıtures moyennes des saisons sont peu différentes entre
ı, comme on le voit; le maximum est atteint en
›mne, le minimum au printemps.

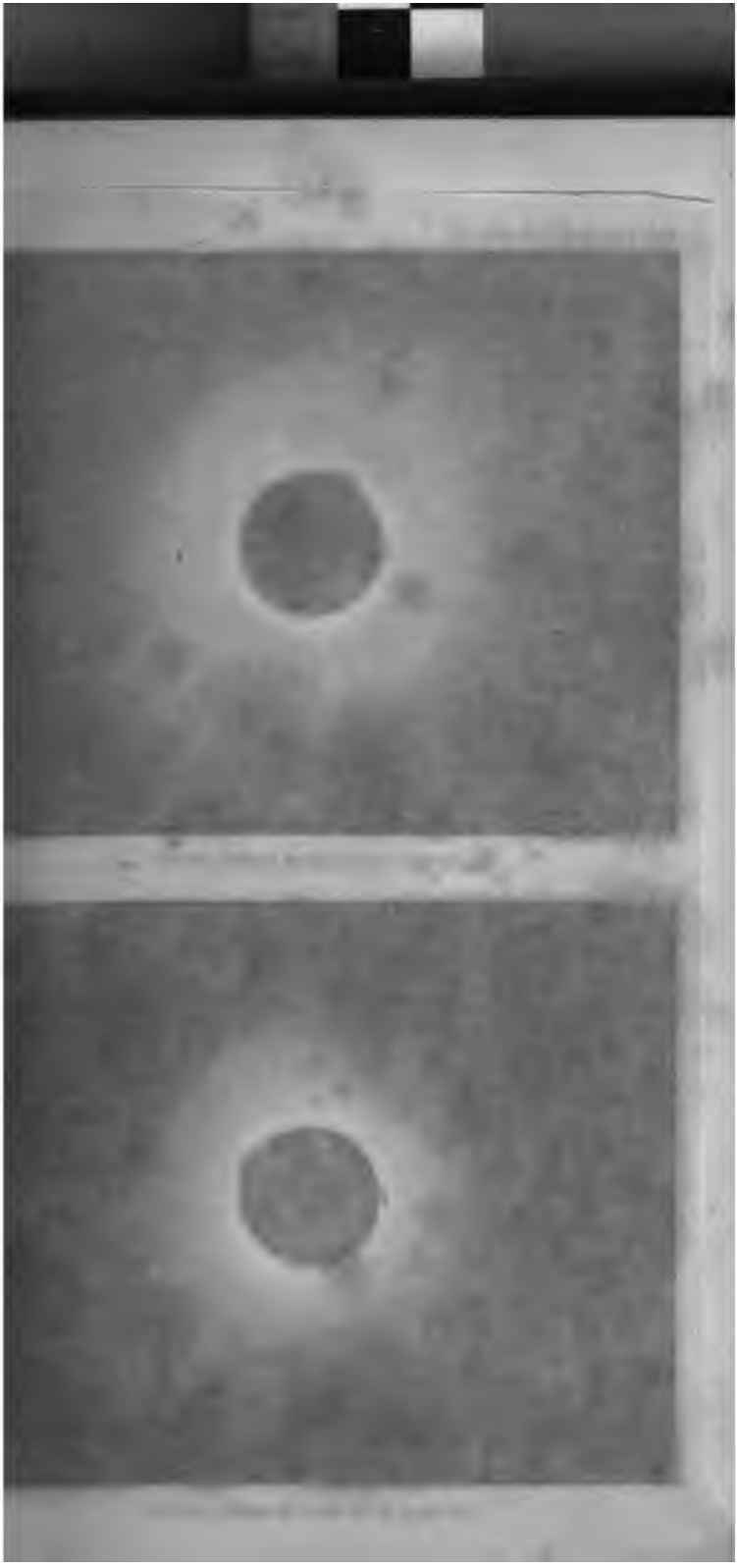
## CHAPITRE XXII

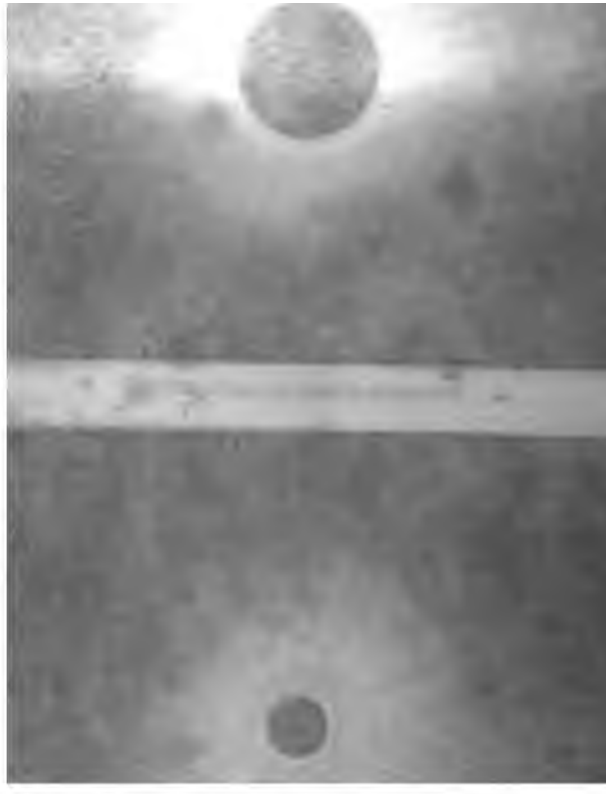
ɜNES ISOTHERMES — NÉCESSITÉ DE TENIR COMPTE DANS LE TRACÉ DE CES LIGNES DE LA HAUTEUR DES STATIONS OÙ LES OBSERVATIONS ONT ÉTÉ FAITES — LIMITE INFÉRIEURE DES NEIGES PERPÉTUELLES

ıes résultats que nous avons rapportés dans les cha-
es précédents sur les différences que présentent les
pératures de lieux ayant la même latitude sont connus
uis longtemps; on les trouve exprimés jusqu'au
degré, en ce qui concerne l'Amérique, dans un
noire d'Holyoke, imprimé en 1793, dans les Mé-

FIG 301 _ Eclipse de Soleil du 24 Juin 1778

FIG 302 _ Eclipse de Soleil du 18 Juin 1806





STOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

'es de l'Académie américaine; mais ils ne sont de-
ıs populaires que depuis le moment où mon illustre
M. de Humboldt a eu la pensée de les représenter
ıhiquement après les avoir perfectionnés par ses
ıres recherches. Chacun sait aujourd'hui que si l'on
par des lignes sur une carte géographique les lieux
jouissent des mêmes températures moyennes, ces
ɜs, que M. de Humboldt a justement appelées des
*bes isothermes*, seront très-loin d'être parallèles à
ıateur, ou de correspondre dans tous leurs points à
latitudes égales, particulièrement dans nos climats.
verra que la ligne isotherme de 10°, par exemple,
près de la côte occidentale d'Europe, passe par
le latitude (fig. 349), s'abaisse à la côte occidentale
ıérique jusqu'à la latitude de 44° et à la côte orientale
ı'à celle de 40° (fig. 350), et qu'elle coupe la côte
ıtale de l'ancien continent par 43° (fig. 349). Toutes
gnes isothermes ainsi tracées par M. de Humboldt
eur sommet convexe vers la côte occidentale d'Eu-
, et s'abaissent des deux côtés de ces sommets à
ıre qu'on s'approche de l'Amérique et de l'Asie.
la simple inspection des figures 349, 350, 351 et 352
représentent les lignes isothermes, on voit qu'entre
ropiques elles ne s'éloignent pas beaucoup des paral-
de la sphère, mais qu'elles en diffèrent d'autant plus
'hémisphère boréal qu'elles correspondent à des tem-
tures moyennes plus basses.
ɜ dois prévenir qu'en traçant des lignes isothermes,
ut ne comparer entre elles que des observations ther-
ıétriques faites dans tous les climats à peu de hau-

r au-dessus du niveau de la mer, car à mesure qu'on nte dans l'atmosphère, soit dans des aérostats, soit sur croupe des montagnes, la température va rapidement diminuant avec la hauteur.

Fig. 349. — Lignes isothermes de l'Ancien Monde, d'après la projection de M. Arago.

Disons quelques mots des causes de ces diminutions température, sur lesquelles on n'a pas toujours eu des ées très-justes.

Les voyageurs remarquèrent de bonne heure que la igueur des hivers augmentait rapidement à mesure que, ur un même parallèle, on s'avançait de l'Europe occientale vers l'est. Ce phénomène, on l'expliquait ainsi :

Fig. 350. — Lignes isothermes du Nouveau Monde, d'après la projection de M. Arago.

e sol va graduellement en s'exhaussant de l'ouest à l'est ; Moscou, Kazan, etc., sont déjà sur de vastes plateaux très-élevés ; les températures de ces villes ne sauraient

donc être légitimement assimilées à celles de lieux semblablement placés en latitude, dès que ces lieux de comparaison se trouvent beaucoup plus rapprochés du niveau des mers.

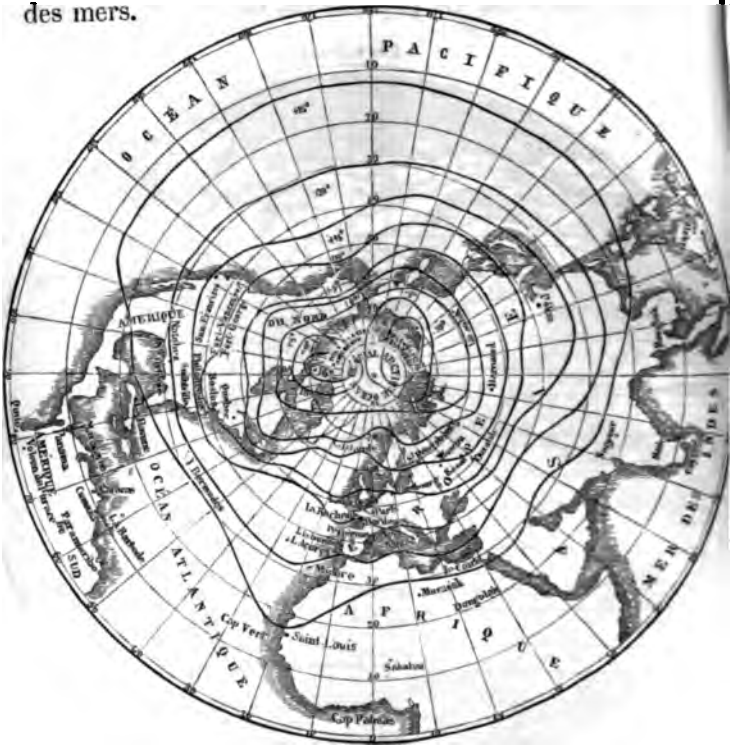



Fig. 351. — Lignes isothermes de l'hémisphère boréal, d'après la projection stéréographique.

Les observations de l'abbé Chappe abaissèrent, pour la première fois, les prétendus plateaux asiatiques dans lesquels les météorologistes se complaisaient à trouver la cause des froids excessifs de la Russie, de la Sibérie, etc. Mairan imagina alors que ces froids anormaux « étaient

dus à un terrain profondément très-dense ou composé de bancs de roche... moins perméables aux émanations » du feu central. (*Académie des Sciences*, 1765, p. 256.) Une théorie qui faisait dépendre les communications thermi-

Fig. 352. — Lignes isothermes de l'hémisphère austral, d'après la projection stéréographique.

ques de la densité des roches, qui faisait circuler la chaleur par des fissures, comme les vapeurs dans les fumeroles, ne mérite pas aujourd'hui d'être discutée. Voyons maintenant la véritable explication de l'abaissement de

ɔérature observé à mesure qu'on s'élève au-dessus du
au moyen de la mer.

es rayons lumineux partant du Soleil et par consé-
ıt, suivant toute probabilité, les rayons calorifiques
es accompagnent, éprouvent un affaiblissement con-
·able en traversant l'atmosphère; si cet affaiblisse-
t provenait exclusivement de la réflexion de la lumière
es molécules aériennes ou sur les vapeurs, il n'amè-
it aucune augmentation de température dans les
rses régions de l'atmosphère; les rayons solaires
chis iraient seulement se perdre dans l'espace sans
r produit aucun effet échauffant. Il en sera tout autre-
t du cas où le même affaiblissement s'opérerait en
ie par voie d'absorption. Plus l'absorption serait
de, plus l'augmentation de température dépendante
ette cause aurait d'intensité. Or, l'air est beaucoup
diaphane à une grande hauteur que près de notre
e. Les couches atmosphériques voisines de terre
aient donc, par la seule cause que nous discutons
ıtenant, être plus chaudes que les couches très-
ées. Une autre raison plus certaine et plus influente
ı diminution de température avec la hauteur a été
ɟuée dans les considérations générales placées en
de ce livre (chap. x, p. 553) : les couches atmo-
riques échauffées à leurs surfaces de contact avec le
ɜndent à monter, mais, en s'élevant, elles se dilatent;
'air ne peut se constituer dans ce nouvel état de dila-
n, sans emprunter tout ce qui lui est nécessaire à la
ɜur des corps qu'il va toucher dans son mouvement
nsionnel ou à sa propre chaleur sensible accusée par

le thermomètre. La couche partie chaude au commencement de son mouvement ascendant, devient ainsi de plus en plus froide à mesure qu'elle arrive dans des régions élevées. Il est vrai que pendant le mouvement descendant d'une couche supérieure atmosphérique refroidie, les phénomènes inverses devraient avoir lieu. Mais est-il certain que le mouvement descendant s'opère comme le mouvement ascensionnel ayant pour origine l'augmentation considérable de température que reçoivent les couches atmosphériques par leur contact avec le sol très-échauffé? Il est permis d'en douter.

Voyons maintenant ce qui doit arriver sur les plateaux situés à une grande hauteur au-dessus du niveau général du sol. Leur surface est souvent parcourue par des vents horizontaux, provenant des régions libres de l'atmosphère situées à la même hauteur, et par conséquent très-froids. Quant aux vents inférieurs, ils sont très-rapides; ils peuvent, en vertu de la vitesse acquise, monter presque au niveau des plateaux le long des pentes inclinées qui rattachent ces plateaux à la plaine; dès lors ils y arrivent très-refroidis, à cause de leur mouvement ascensionnel accompagné d'une diminution de densité.

Par ces causes, les plateaux doivent avoir une température inférieure à celle des plaines situées dans les mêmes climats, mais peu élevées au-dessus du niveau de la mer. On voit ainsi pourquoi les températures des plateaux ne doivent pas être employées, du moins sans modifications, dans le tracé des lignes isothermes.

L'observation montre que sous la zone torride et dans la zone tempérée de l'hémisphère boréal la correction

à l'élévation des lieux au-dessus du niveau de la mer
pas la même valeur.

ous la zone torride, on a obtenu les chiffres suivants :

| Localités. | Latitudes. | Hauteurs au-dessus du niveau de la mer. | Températures moyennes annuelles. |
|---|---|---|---|
| nana..... | 10° 28′ N. | 0m | 27°.1 |
| acas..... | 10 31 | 930 | 21 .9 |
| payan..... | 2 26 | 1,809 | 17 .5 |
| ito..... | 0 14 S. | 2,918 | 15 .2 |
| tairie d'Antisana.. | 0 14 | 4,072 | 3 .4 |
| cier d'Antisana... | 0 14 | 5,460 | — 1 .7 |

n degré de diminution dans la température corres-
l à 194 mètres d'élévation.

ous la zone tempérée les résultats sont les suivants :

| Localités. | Latitudes. | Hauteurs au-dessus du niveau moyen de la mer. | Températures moyennes annuelles. |
|---|---|---|---|
| Bordeaux..... | 44° 50′ N. | 0m | 13°.1 |
| Genève..... | 46 12 | 375 | 9 .0 |
| Saint-Gothard..... | 46 33 | 2,075 | — 0 .8 |
| Saint-Bernard..... | 44 50 | 2,491 | — 1 .3 |

n degré de diminution dans la température corres-
l à 173 mètres d'élévation.

une certaine hauteur au-dessus du niveau moyen de
er il règne une température qui ne s'élève jamais sen-
ment et pour un temps assez long au-dessus de zéro;
s neiges cessent de fondre; au-dessous elles dispa-
ent quelquefois pendant l'été; au-dessus elles exis-
toujours; les lieux dont je veux parler forment *la*
*e des neiges perpétuelles.* Voici cette limite dans les
ents climats d'après les observations de mes amis
Boussingault, de Humboldt et Pentland :

| Noms des montagnes | Latitudes. | Hauteurs en mètres. | |
|---|---|---|---|
| Andes de Quito..... | 1° 30′ S. | 4,820 | Limite des neiges perpétuelles dans l'hémisphère austral. |
| Andes du Chili..... | 33 0 | 4,483 | |
| Andes de la Patagonie.. | 42 30 | 1,832 | |
| Andes Magellaniques... | 53 30 | 1,130 | |
| Volcan de Purace..... | 2° 15′ N. | 4,700 | Limite des neiges perpétuelles dans l'hémisphère boréal. |
| Cordillère du Mexique.. | 17 30 | 4,500 | |
| Himalaya..... | 30 0 | 5,067 | |
| Pyrénées..... | 42 30 | 2,728 | |
| Alpes..... | 46 0 | 2,700 | |
| Unalaschka..... .. | 53 40 | 1,070 | |
| Islande..... | 65 0 | 936 | |

A Paris, les observations faites en aérostat ont donné les résultats suivants :

Dans le voyage de Gay-Lussac du 16 septembre 1804, le thermomètre marquait à terre 27°.5 et à 7,016 mètres — 9°.5; différence 37°.0;

Dans le voyage de MM. Barral et Bixio du 27 juillet 1850, la température était à terre de 17°.6 et à 7,049 mètres de hauteur de — 39°.7; différence 57°.3.

La végétation remonte sous les divers climats non loin des hauteurs où commencent à régner les neiges perpétuelles. Au Chimborazo, à 4,800 mètres de hauteur, là où la température moyenne est encore de 1°.5, M. Boussingault a vu des saxifrages qui adhéraient aux rochers. En Europe, sur les hautes cimes des Alpes suisses, c'est à peine si quelques rares lichens colorent les roches dépouillées de neige à une hauteur de 2,700 mètres.

M. Pentland a reconnu que la limite inférieure des neiges perpétuelles sur les flancs de la Cordillère orientale du Haut-Pérou, est très-rarement au-dessous de 5,200 mètres, tandis que dans les Andes de Quito,

que beaucoup plus voisines de l'équateur, cette
:e est seulement à 4,800 mètres, comme l'indique
.bleau précédent.

n traversant le passage des Altos de Tolède, dans le
; d'octobre, M. Pentland trouva que sur l'Inchocajo,
ıppartient à la Cordillère occidentale, la limite infé-
:e des neiges était de 400 mètres au-dessus du pas-
ou de 5,130 mètres au-dessus de la mer.

éjà le revers septentrional de l'Himalaya avait pré-
; une semblable anomalie, et par une cause toute
ille : je veux parler de l'influence que les grands
:aux doivent nécessairement exercer sur la loi du
oissement de la chaleur dans l'atmosphère. Il est
ent que si cette loi avait été trouvée pour une atmo-
:re libre, à l'aide de voyages aérostatiques, les
bres qu'elle fournirait feraient connaître à peu près
empérature des diverses zones d'une montagne,
ıd cette montagne, isolée, s'élancerait rapidement
; les airs en s'appuyant sur une base peu étendue et
:e au niveau de la mer. Il n'en serait plus de même,
aucoup près, si la montagne était assise sur un large
:au déjà élevé à parité de hauteur ; la température
ouverait alors sensiblement plus grande que dans le
ıier cas. C'est aussi par l'influence du plateau sur
el les deux Cordillères du Pérou reposent, qu'on
iquera comment la vie organique s'y conserve si haut.

s les Andes du Mexique, entre le 18e et le 19e degré
ıtitude nord, toute végétation disparaît à la hauteur
ı,290 mètres, tandis qu'au Pérou, sur le prolon-
ent de la même chaîne, non-seulement il existe

une nombreuse population agricole à des hauteurs supérieures, mais on y trouve encore des villages et de grandes cités. Aujourd'hui, un tiers de la population des contrées montueuses du Pérou et de Bolivia habite des régions situées fort au-dessus de celles où toute végétation a cessé à parité de latitude dans l'hémisphère nord.

## CHAPITRE XXIII

### LES TRAVAUX DES HOMMES PEUVENT-ILS MODIFIER LE CLIMAT D'UN LIEU DONNÉ?

Il est certain que la neige se conserve plus longtemps dans l'intérieur des forêts; il est facile de trouver la raison de ce fait : dans le voisinage des forêts, les couches d'air échauffées ne peuvent parvenir aussi vite jusqu'à la couche neigeuse, et le rayonnement du Soleil ne peut la faire fondre rapidement; la température hivernale doit donc se prolonger plus qu'en rase campagne. Lorsque les hommes abattent les forêts, ils modifient donc jusqu'à un certain point le climat des contrées environnantes. Mais ce qui caractérise surtout l'absence des grandes plantations d'arbres, c'est la propagation des vents. Les forêts agissaient comme abri, leur destruction ouvre une libre carrière aux actions thermiques des vents chauds et des vents froids qui viennent alors modifier la température des régions voisines des lieux où elles existaient.

## CHAPITRE XXIV

### S CLIMATS ONT-ILS ÉTÉ INTERVERTIS PAR DES BOULEVERSEMENTS RÉCENTS?

Toutes les régions de l'Europe renferment, soit dans cavernes de leurs montagnes, soit à des profondeurs diocres dans certaines natures de terrains, des ossents appartenant à des espèces d'animaux tels que des nocéros, des éléphants, etc., qui, aujourd'hui, ne pourent pas supporter le froid de nos climats. Il faut donc poser ou que l'Europe, dans la suite des siècles, s'est sidérablement refroidie, ou que pendant l'un des vios cataclysmes dont notre planète a été le théâtre, courants, dirigés du midi au nord, ont entraîné avec les restes d'un grand nombre d'espèces d'animaux uellement détruites.

Deux événements remarquables sont venus montrer cette dernière explication avait besoin d'être moée pour devenir suffisante. L'un est la découverte faite Sibérie dans l'année 1771, sur les bords sablonneux Wilhoui, à quelques mètres de profondeur, d'un rhiéros si parfaitement conservé, qu'il était encore cou- de ses chairs et de sa peau; l'autre, la découverte dérieure et plus curieuse encore, faite en 1799, sur les ds de la mer Glaciale, près de l'embouchure du Léna, n énorme éléphant, renfermé dans un massif de boue ée, et dont les chairs étaient si peu altérées, que les outes du voisinage le dépecèrent pour en nourrir leurs ns. Ici toute idée de courant, de transport, de long

trajet du midi au nord, ne serait plus admissible; car si les deux grands animaux dont je viens de parler n'avaient pas été gelés aussitôt que tués, la putréfaction eût décomposé leurs chairs. Ainsi, on est conduit à penser, d'une part, que la Sibérie dut être jadis un pays chaud, puisque les éléphants et les rhinocéros y vivaient; de l'autre, que la catastrophe qui fit périr ces animaux, rendit subitement cette région du globe glaciale.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on n'aperçoit au premier abord qu'une seule cause qui puisse altérer presque subitement, et d'une manière bien tranchée, le caractère thermométrique d'un climat : c'est un changement subit de latitude. Toute autre circonstance semble ne devoir engendrer que des modifications insignifiantes.

Si d'épais frimas couvrent le Spitzberg pendant six mois, c'est seulement parce qu'il est situé fort près d'un des pôles de rotation. Faites que le pôle se déplace à la surface du globe de 90°, cet archipel se trouvera à l'équateur, et ses vallées arides, fécondées alors par la chaleur solaire, se pareront de la plus riche végétation. Imaginons que l'axe de rotation de la Terre vienne percer la surface en quelque point du Pérou ou du Brésil, sans que l'inclinaison de l'équateur à l'écliptique ait changé, et des montagnes de glace flotteront bientôt dans les ports du Callao et de Rio de Janéiro. Les milliers de plantes, qui aujourd'hui font la richesse et l'ornement de ces contrées, périront sous d'épaisses couches de neige et seront remplacées par quelques lichens. Je crois qu'on peut admettre, sans hésiter, que si telle ou telle autre région des tropiques devenait tout à coup le pôle ter-

tre, il y gèlerait à la surface en moins de vingt-quatre ures.

Le problème que l'éléphant de Sibérie a soulevé ient donc, en définitive, à rechercher si l'axe de ation du globe peut avoir changé subitement de di- tion.

Un pareil changement, en tant surtout qu'il devrait e subit, ne pourrait pas résulter des forces dont notre be éprouve journellement les effets; mais si la Terre ait à être choquée avec violence par quelque gros ps étranger, un déplacement sensible de l'axe autour quel elle tourne en serait la conséquence presque essaire. Je dis presque, parce qu'il y a des direc- ns dans lesquelles le choc, quelque intense qu'il fût illeurs, laisserait véritablement l'axe dans sa position mitive.

Les comètes sont évidemment les seuls corps qui nais aient pu venir choquer la Terre. L'éléphant du na, le rhinocéros du Wilhoui semblaient donc prouver, lgré tout ce qu'on peut trouver d'étrange dans ce rap- chement, que, dans la suite des siècles, une semblable contre avait eu lieu. Cette preuve même devait pa- tre sans réplique à ceux qui regardaient comme bien bli que les éléphants n'ont pas pu vivre sous le climat uel de la Sibérie; mais quelques doutes semblent per- s à ce sujet : le lecteur va en juger.

Sous le rapport de la forme et des dimensions, l'élé- ant de la mer Glaciale avait la plus grande analogie ec ceux de ces animaux qui habitent aujourd'hui frique et l'Asie. Les défenses étaient longues de plus

de 3 mètres. Sa tête pesait plus de 200 kilog., etc., etc.; mais la peau se faisait remarquer par une circonstance toute particulière et très-digne d'attention : elle était couverte de crins noirs et d'un poil ou laine rougeâtre. Les ours blancs, en dévorant les chairs, avaient enfoncé avec leurs pieds, dans le sol humide, plus de 15 kilogrammes pesant de poils et de crins, qui furent retirés par M. Adams. Le cou était garni d'une longue crinière.

Cette double fourrure des éléphants polaires, les poils roides de 7 à 8 centimètres de long qui couvraient la peau du rhinocéros du Wilhoui, étaient trop bien adaptés à la rigueur du climat sibérien, pour qu'au moins il soit permis de mettre en question si ces animaux n'auraient pas pu résister à de basses températures, que, dépourvus des mêmes fourrures, leurs analogues vivants ne pourraient pas endurer. Au reste, mon illustre ami, M. de Humboldt, a recueilli dans son voyage en Asie, un fait extrêmement important, qui se rattache directement à notre sujet et semble destiné à l'éclairer d'une nouvelle lumière. Il a constaté que le tigre royal des Grandes-Indes, qu'on est accoutumé à appeler un animal de la zone torride, vit encore aujourd'hui en Asie à de très-hautes latitudes; qu'en été, par exemple, il fait des excursions jusqu'à la pente occidentale de l'Altaï, près de Barnaoul, où l'on en a tué plusieurs d'une taille énorme. Tout porte donc à croire que des éléphants à poils épais ont pu, jadis, se transporter, durant l'été, jusqu'en Sibérie. Or, là, il a dû suffire d'un accident bien ordinaire, même d'un simple éboulement, pour que leurs cadavres aient trouvé dans le sol des couches congelées

ables d'empêcher toute putréfaction. Il résulte, en t, des observations de M. de Humboldt, que, dans steppes situées au delà du 62e degré de latitude, la re, à la profondeur de 4 à 5 mètres, reste éternelle- it gelée.

insi, il est constaté qu'on pourrait rendre compte de résence des éléphants fossiles en Sibérie, sans ad- tre que cette contrée ait éprouvé un changement it de climat. Si malgré cela on persistait à croire n tel changement a eu lieu par l'effet d'un choc de ète, je rappellerais qu'il a été établi précédemment XX, chap. XXV, t. III, p. 349) que, à raison de la de protubérance liquide équatoriale, il est impossible supposer que la Sibérie ait jamais été voisine des ons équinoxiales, sans admettre en même temps que plaines, que toutes ses montagnes se trouvaient au l de la mer, sous une nappe liquide de plus de 5 lieues aisseur. Plus de place, conséquemment, sous ces udes, ni pour les éléphants, ni pour les rhinocéros. nt le choc de la comète, la mer sibérienne aurait été chaude qu'aujourd'hui ; mais, avec cela, la solution problème, loin de s'être simplifiée, serait devenue difficile.

. Élie de Beaumont a trouvé le secret de dire en- quelque chose de neuf sur cette question des élé- nts de Sibérie, que tout le monde croyait épuisée. i comment ce célèbre géologue résoudrait le pro- e :

a distance du Thian-Chan à l'embouchure du fleuve est de 800 à 900 lieues. A raison de 100 lieues par

24 heures, un courant d'eau la parcourrait en 8 jours. Supposons que le Thian-Chan se soit soulevé en hiver, dans un pays dont les vallées nourrissaient des éléphants, et où il existait des montagnes couvertes de neige. Les vapeurs chaudes sorties du sein de la terre au moment de la convulsion, auront fondu en partie cette neige et produit une grande masse d'eau à la température de 0°. L'eau se sera précipitée vers la mer avec le reste des glaces et des neiges non encore fondues, entraînant avec elle les corps des animaux qu'elle aura rencontrés dans les vallées. Or, en huit jours, des cadavres flottant dans de l'eau à 0° n'auront pu se putréfier que très-légèrement. Une fois arrivés, le climat sibérien d'aujourd'hui suffit pour expliquer leur conservation.

## CHAPITRE XXV

### LES COMÈTES PEUVENT-ELLES MODIFIER SENSIBLEMENT LE COURS DES SAISONS?

Le titre qu'on vient de lire a déjà sans doute rappelé la belle comète de 1811, la température élevée de cette année, la récolte abondante qui en fut la suite et surtout les excellentes qualités du *vin de la Comète*. Je n'ignore donc pas que j'aurai bien des préventions à combattre pour établir que ni la comète de 1811, ni aucune autre comète connue, n'ont jamais occasionné sur notre globe le plus petit changement dans la marche des saisons[1].

1. Le passage suivant, tiré d'un recueil périodique anglais estimé, *the Gentleman's Magazine* pour 1818, montrera de quels absurdes préjugés les hommes seraient bientôt le jouet si le flam-

e opinion, au demeurant, se fonde sur un examen puleux, sur une discussion attentive de tous les éléts du problème, tandis que le sentiment contraire, que répandu qu'il soit, est le fruit d'aperçus vagues ans consistance réelle. Je commencerai par discuter faits, les considérations théoriques viendront après.

comètes, dit-on, échauffent notre globe par leur ence. Eh bien, rien n'est plus facile à vérifier : ne sulte-t-on pas en effet le thermomètre dans tous les rvatoires de l'Europe plusieurs fois par jour? N'y -on pas une note exacte de toutes les comètes qui nontrent? Voyons donc si pour Paris les tempéras moyennes des années fécondes en comètes surent régulièrement les températures moyennes des ées, en moindre nombre, durant lesquelles aucun ces astres ne s'est approché de la Terre.

ans le tableau suivant on a classé les comètes en rdant chacune d'elles comme appartenant à l'année laquelle tombe son passage au périhélie.

es observations de température entre les années 5 et 1740 ont été faites à Paris par Réaumur.

des sciences venait à s'éteindre : « Par l'influence de la comète 11, dit ce recueil, on eut un hiver doux, un printemps hu-, un été froid. Le Soleil se montra trop peu pour pouvoir mûrir roduits de la terre. Cependant la moisson donna assez de s, et quelques espèces de fruits, tels que les melons, les figues. t non-seulement abondantes, mais d'un goût délicieux. On vit eu de guêpes; les mouches devinrent aveugles et disparurent nne heure..... et, ce qui est très-remarquable, dans la métro-t ses environs, il naquit beaucoup de jumeaux. La femme d'un nnier de Whitechapel eut même quatre enfants d'une seule e ! etc. »

Celles de 1763 à 1785 appartiennent à Messier.

Les résultats partiels dont on a déduit les moyennes annuelles correspondent à des heures de la journée contre le choix desquelles on pourrait faire une critique fondée; mais, quant à la question présente, elles seraient sans importance. En tout cas, je n'avais pas le choix.

Les observations de 1787 à 1802 inclusivement ont été empruntées aux *Transactions philosophiques* de Londres. Dans cet intervalle les registres météorologiques de Paris présentaient des lacunes multipliées qui ne permettaient pas d'en [illegible]. Depuis 1802 jusqu'à 1853 les observations faites à Paris sont devenues régulières et elles présentent toute l'exactitude désirable.

| Années. | Températures moyennes. | Nombre de comètes observées. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|---|
| 1735 | 11°.2 | 0 | |
| 1736 | 10 .9 | 0 | |
| 1737 | 10 .7 | 2 | L'une, visible à l'œil nu, avait un noyau presque aussi brillant qu'une étoile de 2e grandeur et une queue de 2 à 3°. |
| 1738 | 10 .6 | 0 | |
| 1739 | 10 .0 | 1 | La comète de cette année est une de celles qui peuvent beaucoup approcher de l'orbite de la Terre. |
| 1740 | 7 .3 | 0 | |
| 1741 à 1762 | | 14 | Dans cet intervalle, il n'a pas été fait d'observations météorologiques suivies d'où il soit possible de conclure les températures moyennes annuelles. Sur les 14 comètes observées, on a vu, en 1759, la comète de Halley et 3 autres comètes visibles à l'œil nu, savoir : 1 en [illegible], 2 en 1748. |

| s. | Températures moyennes. | Nombre de comètes observées. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|---|
| 3 | 10°.3 | 1 | Petite, invisible à la simple vue; elle a passé très-près de la Terre. |
| 1 | 12 .2 | 1 | Très-brillante le 3 janvier; noyau d'une vivacité peu ordinaire; nébulosité de 14′ de diamètre. |
| 5 | 10 .0 | 0 | |
| 3 | 8 .7 | 2 | L'une des deux, visible à la simple vue, était très-brillante |
| 7 | 8 .7 | 0 | |
| 3 | 10 .1 | 0 | |
| ) | 11 .2 | 1 | Très-brillante Le noyau a sous-tendu jusqu'à 4′, et la queue 97°. |
| ) | 11 .6 | 2 | L'une, visible à l'œil nu, avait, le 10 janvier 1771, une nébulosité de 18′ et un noyau de 49″. L'autre (celle de Lexell) est de toutes les comètes celle qui a le plus approché de la Terre. Messier lui trouva le 2 juillet, une nébulosité de 2° 23′ de diamètre. Le noyau était brillant, mais mal terminé. |
| . | 9 .0 | 1 | Visible à l'œil nu. |
| ! | 11 .2 | 1 | La comète périodique de 6 ans 3/4. |
| 3 | 13 .1 | 1 | On crut l'apercevoir à la simple vue. |
| 1 | 13 .1 | 1 | A peine visible à la simple vue. |
| ) | 13 .1 | 0 | |
| ; | 10 .7 | 0 | |
| ' | 11 .1 | 0 | |
| ; | 11 .6 | 0 | |
| ) | 12 .4 | 1 | Invisible à la simple vue. |
| ) | 11 .6 | 2 | Toutes les deux fort petites et invisibles à l'œil nu. |
| | 14 .2 | 2 | Petites. L'une des deux cependant était visible à la simple vue. |

| Années. | Températures moyennes. | Nombre de comètes observées. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|---|
| 1782 | 10°.6 | 0 | |
| 1783 | 13 .0 | 1 | Très-petite; invisible à la simple vue. |
| 1784 | 10 .4 | 1 | Visible à l'œil nu. |
| 1785 | 10 .5 | 2 | Aucune des deux n'a été visible sans le secours de lunettes. |
| 1786 | " | 2 | L'une était la comète à courte période. |
| 1787 | 10 .5 | 1 | |
| 1788 | 10 .3 | 2 | L'une des deux ne se voyait pas à l'œil nu. |
| 1789 | 9 .7 | 0 | |
| 1790 | 10 .5 | 3 | Deux très-faibles. La troisième s'apercevait à la simple vue, mais assez difficilement. |
| 1791 | 10 .4 | 0 | |
| 1792 | 10 .2 | 2 | L'une ne s'apercevait pas à la simple vue, |
| 1793 | 10 .4 | 2 | L'une faible, mais cependant visible à l'œil nu. |
| 1794 | 10 .7 | 0 | |
| 1795 | 9 .8 | 1 | La comète à courte période. |
| 1796 | 10 .0 | 1 | |
| 1797 | 9 .6 | 1 | |
| 1798 | 10 .5 | 2 | |
| 1799 | 8 .8 | 2 | L'une des deux très-grande. |
| 1800 | 10 .2 | 0 | |
| 1801 | 10 .7 | 1 | |
| 1802 | 10 .0 | 1 | |
| 1803 | 10 .6 | 0 | |
| 1804 | 11 .1 | 1 | |
| 1805 | 9 .7 | 2 | L'une était la comète à courte période; l'autre la comète de 6 ans 3/4. |
| 1806 | 12 .1 | 1 | |
| 1807 | 10 .8 | 1 | Remarquable par l'intensité de la lumière, par l'étendue du noyau et par la longueur de la queue. |

| Températures moyennes. | Nombre de comètes observées. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| 10°.4 | 4 | Petites. Deux seulement ont été calculées. |
| 10 .6 | 0 | |
| 10 .6 | 1 | |
| 12°.0 | 2 | L'une des plus brillantes comètes qui se soient montrées dans le XIXe siècle. |
| 9 .9 | 1 | La comète de 1811 a été revue dans le mois de juillet 1812. |
| 10 .2 | 2 | |
| 9 .8 | 0 | |
| 10 .5 | 1 | La comète à courte période ne fut pas observée. Ainsi, 1815 devrait en compter 2. |
| 9 .4 | 1 | |
| 10 .4 | 0 | |
| 11 .4 | 2 | |
| 11 .1 | 3 | L'une des trois était très-belle, avait un large noyau et traînait une longue queue. Une autre était la comète à courte période. |
| 9 .8 | 0 | |
| 11 .1 | 1 | |
| 12 .1 | 4 | L'une était la comète à courte période. |
| 10 .4 | 1 | Brillante. |
| 11 .2 | 2 | |
| 11 .7 | 4 | L'une était la comète à courte période. |
| 11 .4 | 5 | L'une était la petite comète périodique de 6 ans 3/4. |
| 10 .8 | 3 | |
| 11 .5 | 0 | |
| 9 .1 | 1 | Comète à courte période. |
| 10 .1 | 2 | Une était visible à l'œil nu. |
| 11 .7 | 0 | |
| 10 .8 | 3 | L'une des trois était la comète à courte période; une autre la comète de 6 ans 3/4. |
| 10 .9 | 1 | |
| 12 .3 | 1 | |

| Températures moyennes. | Nombre de comètes observées. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| 10°.7 | 3 | L'une était la comète de Halley; l'autre la comète à courte période. |
| 10 .7 | 0 | |
| 10 .0 | 0 | |
| 9 .2 | 1 | Comète à courte période. |
| 10 .9 | 0 | La comète de 6 ans 3/4 ne fut pas aperçue; cette année devrait en compter 1. |
| 10 .3 | 4 | |
| 11 .2 | 0 | |
| 11 .0 | 2 | L'une des deux était la comète à courte période. |
| 11 .3 | 3 | L'une des trois était la comète de 7 ans 1/2; une autre, la grande comète ayant une queue de 43° de long, est une de celles qui ont le plus approché de la Terre, et elle était visible en plein jour. |
| 10 .2 | 3 | |
| 9 .7 | 4 | L'une des quatre était la comète à courte période; une autre ayant une queue de 2° 1/2 de long était visible à l'œil nu. |
| 11 .7 | 8 | L'une des huit était la comète de 6 ans 3/4. |
| 10 .8 | 6 | L'une des six était visible à l'œil nu. |
| 11 .4 | 2 | L'une était la comète à courte période. |
| 11 .3 | 3 | |
| 10 .6 | 2 | L'une des deux était visible à l'œil nu. |
| 10 .5 | 4 | L'une des quatre était la comète de 7 ans 1/2. |
| 11 .7 | 4 | L'une des quatre était la comète à courte période; l'autre, la comète de 6 ans 3/4. |
| 10 .11 | 4 | L'une était visible à l'œil nu. |

Le lecteur a maintenant les pièces du procès sous les ux. En ne considérant d'abord les résultats qu'isolé-nt, il verra :

Que, dans l'année 1737, malgré ses deux comètes, température moyenne fut inférieure à celle des deux ées précédentes, durant lesquelles, cependant, aucune nète ne se montra. Que de 1763 à 1785, l'année la s froide, l'année 1766, correspondit à l'apparition de ux comètes, dont l'une était très-brillante. Que dans tervalle de seize années (1787 à 1802) pour lesquelles emprunté les données météorologiques aux Tables bliées par la Société royale de Londres, l'année la plus ude, celle de 1794, n'a été marquée par l'apparition ucune comète, tandis que dans l'année de beaucoup la s froide, dans l'année 1799, on en observa deux. En sant ensuite aux observations plus modernes contenues ns la troisième partie de la Table, on remarquera que née 1805, avec ses deux comètes, est une de celles la température moyenne s'est le moins élevée; que 08 doit être compté parmi les années froides, quoi-on ait observé quatre comètes; que l'année la plus de du XIX^e siècle, l'année 1829, a été marquée par pparition d'une comète; que l'année 1831, durant uelle aucun de ces astres ne s'est montré, a joui endant d'une température moyenne beaucoup plus e que 1819, qui compte trois comètes dont l'une s-brillante; que l'année 1846 où l'on a observé huit nètes a eu la même température moyenne que l'année 52 où l'on n'en a vu que quatre, etc.

Laissons maintenant de côté des remarques isolées qui

ne sauraient évidemment conduire à aucune conclusion certaine, et groupons les divers résultats. Alors la Table précédente nous donnera :

| | | |
|---|---|---|
| Température moyenne des 69 années à comètes..... | 10°.81 | centigrades. |
| Température moyenne des 27 années sans comètes..... | 10°.52 | — |

La différence de ces deux nombres est assez sensible pour mériter qu'on en cherche la cause. Ne la trouverait-on pas dans cette circonstance, que les années froides sont ordinairement nébuleuses? Il est du moins certain que, par un temps habituellement couvert, les plus brillantes comètes peuvent passer sans être aperçues. Si l'on compare les températures moyennes des années pendant lesquelles il s'est montré une seule comète, avec celles des années qui ont été marquées par l'apparition de deux ou d'un plus grand nombre de ces astres, on doit affaiblir, sinon éliminer entièrement l'influence de la circonstance météorologique que je viens de signaler. Or, en opérant ainsi, on trouve :

| | | |
|---|---|---|
| Température moyenne des 30 années à une comète..... | 10°.80 | centigrades. |
| Température moyenne des 39 années à plusieurs comètes..... | 10°.82 | — |

La différence paraîtra certainement insignifiante ; les deux nombres sont presque absolument identiques.

Ce dernier résultat doit sembler décisif à tout esprit non prévenu. Néanmoins je sais trop à quel point le public est disposé à prêter aux comètes une certaine influence

:ifique, pour ne pas sentir le besoin de réunir dans :hapitre les diverses données de l'observation qui 'ent contribuer à mettre la vérité dans tout son jour. trois petites Tables suivantes me paraissent aller :tement à ce but. En effet, lorsqu'en les examinant attention, on aura remarqué que les grands froids arrivés fréquemment pendant les apparitions de ètes, et les grandes chaleurs à des époques où aucun :es astres n'était visible, on sera moins disposé à ɔuyer sur des coïncidences fortuites que la suite des ɔs doit inévitablement amener, pour établir entre les : ordres de phénomènes dont il s'agit, une relation rien, absolument rien, n'établit la réalité.

*Table des plus grands froids observés à Paris.*

| Dates. | Degrés centigrades au-dessous de 0. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| 6 février.... | — 21°.2 | Une comète brillante qui s'était montrée dans les premiers jours de décembre 1664, se voyait encore parfaitement en février 1665, quand le froid extraordinaire de ce mois se manifesta. Cette comète, dont le passage au périhélie eut lieu le 4 décembre 1664, ne cessa d'être observée qu'à la fin de mars 1665. Dans ce même mois de mars, il parut une autre brillante comète. |
| 13 janvier... | — 23 .1 | Point de comètes. |
| ..... | — 18°.7 | Point de comètes. |

| Dates. | Degrés centigrades au-dessous de 0. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| 1729, ..... | — 12°.2 | Une comète fut visible depuis la fin de juillet 1729 jusqu'à la fin de janvier 1730; elle passa au périhélie le 12 juin 1729. |
| 1742, 10 janvier... | — [illegible] | On vit une comète dès le 5 février. Elle passa au périhélie le 8 du même mois. En avril, des navigateurs en aperçurent une seconde, dans l'hémisphère sud, qui traînait une queue de 30° de long. L'orbite de celle-ci n'a pas pu être calculée. |
| 1747, 14 janvier... | — 13 .6 | Une comète fut observée en 1746, depuis le 13 août jusqu'au 5 décembre. Elle passa au périhélie le 3 mars 1747. |
| 1748, ..... | — 15 .3 | On vit trois comètes dans le mois d'avril de 1748; deux seulement ont été calculées. Passages au périhélie : 28 avr. et 18 juin. |
| 1754, 8 janvier... | — 14 .1 | Point de comètes. |
| 1755, ..... | — 15 .6 | Point de comètes. |
| 1767, ..... | — 15 .3 | Point de comètes. |
| 1768, ..... | — 17 .1 | Point de comètes. |
| 1771, ..... | — 13 .5 | Une comète qui passa au périhélie le 19 avril. |
| 1776, 29 janvier... | — 19 .1 | Point de comètes. |
| 1783, 30 décembre. | — 19 .1 | Une comète très-petite passa au périhélie le 19 novembre 1783. |
| | — [illegible].3 | Deux comètes. L'une passa au périhélie le 10 novembre, et l'autre le 20 du même mois. |

| Dates. | Degrés centigrades au-dessous de 0. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| , 25 janvier... | — 23°.5 | La comète à courte période; mais elle ne passa au périhélie qu'à la fin de cette année. |
| , 26 décembre. | — 17 .6 | Deux comètes. La première atteignit son périhélie le 4 avril, l'autre le 31 déc. |
| , 11 janvier... | — 14 .3 | Point de comètes. |
| , 14 janvier... | — 14 .6 | Une comète brillante qui passa au périhélie le 9 déc. |
| , 18 février.... | — 12 .8 | Trois comètes. Passages au périhélie : 4 février, 7 juin, 11 septembre. |
| , 24 janvier... | — 17 .0 | Comète à courte période qui passa au périhélie le 9 janvier. |
| , 17 janvier... | — 17 .3 | Deux comètes. Passages au périhélie: 9 avril, 27 décembre. |
| , 20 janvier... | — 19 .0 | Comète à courte période qui passa au périhélie le 19 décembre. |
| , 17 décembre. | — 13 .2 | Quatre comètes. Passages au périhélie : 4 janvier, 12 mars, 2 avr., 13 nov. |
| , 25 février.... | — 11 .8 | Quatre comètes dont une visible à l'œil nu, et une autre, la comète à courte période. Passages au périhélie : 8 janvier, 21 avril, 5 juin, 9 août. |
| , 19 décembre. | — 14 .7 | Huit comètes. Passages au périhélie : 22 janvier, 11 et 25 février, 5 mars, 27 mai, 1er et 5 juin, 29 octobre. |
| , 30 décembre. | — 14 .0 | Deux comètes dont une visible à l'œil nu. Passages au périhélie : 24 février, 1er septembre. |

*Tableau des années pendant lesquelles la Seine a été totalement gelée plusieurs jours de suite.*

| | |
|---|---|
| 1740..... | Point de comètes. |
| 1742..... | Une comète qui passa au périhélie le 8 février. |
| 1744..... | L'une des plus brillantes comètes qu'on ait vues. Elle passa au périhélie le 1er mars. |
| 1762..... | Une comète. Passage au périhélie le 28 mai. |
| 1766..... | Deux comètes. La première passa au périhélie le 17 février ; la seconde le 26 avril. |
| 1767..... | Point de [illegible]. |
| 1776..... | Point de [illegible]s. |
| 1788..... | Deux co[illegible] La première passa au périhélie le 10 [illegible]re ; la seconde le 20 du même mois. |

*Tableau des plus grands [illegible]és de chaleur observés à Paris, à l'om[illegible] au nord.*

| Dates. | Degrés c[illegible] au-dess[illegible] | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| 1705, 6 août..... | + 39°.4 | Point de comètes. |
| 1706, 8 août..... | + 35 .3 | Une comète qui passa au périhélie le 30 janvier. |
| 1753, 7 juillet.... | + 35 .6 | Point de comètes. |
| 1754, 14 juillet.... | + 35 .0 | Point de comètes. |
| 1755, ..... | + 34 .7 | Point de comètes. |
| 1793, 8 juillet.... | + 38 .4 | Deux comètes. L'une passa au périhélie le 4, et l'autre le 28 novembre. |
| 1800, 18 août..... | + 35 .5 | Point de comètes. |
| 1802, 8 août..... | + 36 .4 | Une comète qui passa au périhélie le 9 septembre. |
| 1803, ..... | + 36 .7 | Point de comètes. |
| 1808, 15 juillet.... | + 36 .2 | Quatre comètes dont l'une passa au périhélie le 12 mai, l'autre le 12 juillet et dont les deux autres n'ont pas été calculées. |
| 18[illegible], [illegible] juillet.... | + [illegible] | Deux comètes, dont l'une passa au périhélie le 25 février et l'autre le 4 déc. |

| Dates. | Degrés centigrades au-dessus de 0. | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| 10 juin..... | + 33 .8 | Quatre comètes, en y comprenant celle à courte période. Passag. au périhélie : 5 et 24 mai, 16 juil. et 23 octobre. |
| 19 juillet.... | + 36 .3 | Quatre comètes y compris la comète à courte période. Passages au périhélie : 30 mai, 18 août, 16 sept., 10 décemb. |
| 1er août..... | + 36 .2 | Cinq comètes, y compris celle de 6 ans 3/4. Passages au périhélie : 21 et 29 av., 18 mai, 8 oct., 13 nov. |
| 2 août..... | + 33 .0 | Trois comètes. Passages au périhélie : 4 févr., 7 juin, 11 septembre. |
| 14 juillet.... | + 34°.8 | Trois comètes y compris la comète à courte période et celle de 6 ans 3/4. Passages au périhélie : 4 mai, 25 septembre, et 26 novembre. |
| 23 juillet.... | + 34 .0 | Trois comètes y compris la comète de Halley et celle à courte période. Passages au périhélie : 27 mars, 26 août, 16 novembre. |
| 1er juillet.... | + 34 .3 | Point de comètes. |
| 13 juillet.... | + 34 .3 | La comète à courte période. Passage au périhélie, le 19 décembre. |
| 3 août..... | + 33 .1 | Point de comètes. |
| 6 août..... | + 33 .0 | Quatre comètes. Passages au périhélie : 4 janvier, 12 mars, 2 avril, 13 novembre. |

| Dates. | Degrés centigrades au-dessus de 0 | Remarques sur les comètes. |
|---|---|---|
| 1842, 18 août..... | + 37 .2 | Deux comètes y compris la comète à courte période. Passages au périhélie : 12 avril et 11 décembre. |
| 1846, 5 juillet.... | + 36 .5 | Huit comètes y compris la comète de 6 ans 3/4. Passages au périhélie: 22 janvier, 11 et 25 février, 5 mars, 27 mai, 1er et 5 juin, 29 octobre. |
| 1847, 17 juillet.... | + 35 .1 | Six comètes, dont l'une visible à l'œil nu. Passages au périhélie: 30 mars, 4 juin, 9 août (2 comètes), 9 septembre, 14 novembre. |
| 1850, 5 août..... | + 33 .6 | Deux comètes. Passages au périhélie : 23 juillet, 19 octobre. |
| 1852, 16 juillet.... | + 35 .1 | Quatre comètes y compris la comète à courte période et la comète de 6 ans 3/4. Passages au périhélie: 14 mars, 19 avril, septembre, 12 octobre. |

Après avoir présenté tout ce qu'il est possible de tirer aujourd'hui du petit nombre d'observations que les astronomes ont rassemblées, étudions le problème sous un autre point de vue.

Une comète peut agir à distance sur la Terre, de trois manières seulement : par voie d'attraction ; par les rayons lumineux et calorifiques qu'elle lance ou réfléchit dans tous les sens ; par la matière gazeuse dont se compose sa nébulosité ou sa queue, et qui, dans certaines positions, viendrait envahir l'atmosphère terrestre.

a comète de 1811, tout le monde se le rappelle, avait brillante queue, dont la longueur ne resta pas con- te. Dans son maximum, les mesures astronomiques lui ièrent 41 millions de lieues. Sans avoir besoin de cher- si jamais cette queue se trouva dirigée vers la Terre, pouvons affirmer qu'elle ne l'atteignit pas, car le 15 bre, au moment de son plus grand rapprochement, omète était encore à 47 millions de lieues de nous. ans son maximum d'éclat, la comète de 1811 ne t certainement pas sur la Terre une lumière égale au me de celle que nous recevons de la pleine Lune. -ci, je ne dis pas seulement avec son intensité natu- , mais concentrée au foyer des plus larges miroirs les plus grandes lentilles, et agissant sur la boule cie d'un thermomètre à air, n'a jamais produit d'effet ible. Cependant, par ce mode d'expériences, un cen- e de degré du thermomètre ordinaire aurait été lar- ent appréciable! Il faudrait renoncer à jamais faire e de sa raison si, après de tels résultats, on s'arrêtait re à l'idée qu'une comète, fût-elle vingt fois plus ante que celle de 1811, pourrait, par sa lumière, uire à la surface de la Terre, soit des variations de érature susceptibles d'avoir quelque effet sur l'abon- e et la qualité des récoltes, soit même un de ces gements microscopiques que les instruments subtils météorologistes sont destinés à signaler.

est donc dans la force attractive des comètes, qu'on ouve définitivement amené à chercher la cause effi- e de leur prétendue influence météorologique. La nous servira de terme de comparaison.

Cet astre engendre les grandes marées de l'Océan (liv. XXIII, chap. XXIV, p. 105). Mathématiquement parlant, la comète de 1811 a dû produire des marées analogues; mais personne ne les ayant remarquées, il faut admettre que, par leur petitesse, elles échappaient à l'observation.

La hauteur de la marée varie proportionnellement à l'intensité de la puissance attractive. Nous venons de trouver la marée lunaire très-forte et la marée cométaire insensible; donc, l'action de la comète sur la Terre n'était qu'une très-petite partie de l'action de la Lune. Ce résultat important découle, avec plus d'évidence encore, de l'examen des dérangements qu'éprouvent les planètes dans leur course elliptique autour du Soleil, et qui sont connus sous le nom de perturbations. Pour abréger, je m'en tiendrai, toutefois, à la première démonstration.

L'action attractive de la Lune ne produit sur notre atmosphère que des effets fort douteux (liv. XXI, chap. XL, t. III, p. 532). Ceux des météorologistes qui, en traitant cette question, se sont prononcés le plus positivement pour l'affirmative, restreignent eux-mêmes les variations barométriques qui peuvent tenir à l'influence lunaire, dans des limites très-resserrées. Admettons un moment ces changements comme réels; il est évident qu'il faudra beaucoup les atténuer si l'on veut en déduire en nombres les altérations du même genre que la comète de 1811 était capable d'engendrer. Sur la nécessité de cette réduction, les marées de l'Océan ont prononcé sans équivoque. Il ne resterait donc rien d'appréciable.

En résumé, les actions directes de la queue et de nébulosité de la grande comète de 1811 sur mosphère terrestre, ont été insensibles à cause de mense distance à laquelle cet astre a toujours été cé par rapport à la Terre. Quant aux actions calori-ies et attractives, les instruments les plus délicats uraient pas même pu en faire ressortir l'existence. laisse maintenant au lecteur à juger si les vignerons vent jamais fonder quelque espoir sur l'apparition ne comète!

## CHAPITRE XXVI

### DONNÉES NUMÉRIQUES RELATIVES AUX CLIMATS

'ai pensé ne pouvoir terminer ce livre sans présen-un court résumé des résultats numériques les plus ieux, relatifs à la distribution de la température dans diverses régions de la Terre.

oici d'abord des renseignements sur les températures êmes observées à la surface du globe, soit dans le sol me, soit à l'air et à l'ombre.

*Températures les plus élevées du sol exposé à l'action du Soleil.*

| | | |
|---|---|---|
| tre les tropiques, très-communément... | 52°.5 | (Humboldt) |
| ès de l'Orénoque (sable granitique blanc, couvert d'une belle végétation)..... | 60°.3 | (*Idem*) |
| ble, en Égypte, près Philæ..... | 67°.5 | (Nouet) |
| ble du Jardin de l'Observatoire de Paris. | 53°.0 | (Arago) |

*Températures les plus élevées observées en plein air et à l'ombre.*

| | Latitude. | Température. | |
|---|---|---|---|
| Mourzouk (Fezzan)..... | 26° 49′ N. | 56°.2 | (Lyon, Ritchie) |
| Ambukol (Dongolah)..... | 18 N. | 46 .9 | (Rüppel) |
| Nubie..... | 15 N. | 46 .2 | (Russegger) |
| Pondichéry..... | 11° 56′ N. | 44 .7 | (Le Gentil) |
| Sacatou..... | 13 N. | 43 .3 | (Clapperton) |
| Paramatta..... | 33° 49′ S. | 41 .1 | (général Brisbane) |
| Cap de Bonne-Espérance. | 33 35 S. | 43 .7 | (Lacaille) |
| Antongil (Madagascar)... | 15 27 S. | 45 .5 | (Le Gentil) |

La température la plus élevée observée à Paris depuis 1665, à l'air et à l'ombre, a été + 38°.4 le 8 juillet 1793.

*Températures les plus basses observées en plein air.*

| | | |
|---|---|---|
| Iakoutsk (Sibérie, latit. 62° N., long. 129° 3/4 E.), 25 janvier 1829..... | — 58° | (Katakazia, thermomètre vérifié par M. Erman.) |
| Fort Entreprise (latit. 64° 1/2 N., long. 115° 1/2 O.)..... | — 50° | (Franklin.) |

La température la plus basse observée à Paris depuis 1665 a été — 23°.5 le 25 janvier 1795.

D'après les calculs de M. Berghaus il y a deux points dans l'hémisphère boréal qui sont plus froids que les lieux voisins : l'un, le pôle glacial américain, serait situé par 77° 30′ lat. N. et par 38° long. O., et sa température moyenne serait — 19°.7 ; l'autre, le pôle glacial asiatique, serait situé par 7° 30′ lat. N. et 128° 30′ long. E., et il aurait — 17°.2 pour température moyenne (voir les figures 349 à 352, p. 610 à 613).

Je passerai maintenant à quelques comparaisons entre les températures moyennes des saisons de quelques lieux choisis de manière à montrer :

° Les différences qui existent entre des lieux placés
, la même latitude du même hémisphère au milieu
terres et au milieu de l'Océan;
' Les différences que présentent des lieux placés
; les deux hémisphères à égale distance de l'équateur;
' Les différences que l'on trouve dans l'hémisphère
:al entre des lieux ayant même latitude mais situés
; l'Ancien Monde ou dans l'Amérique septentrionale;
' Les différences des températures constatées sur les
s orientales et occidentales des Deux Mondes.

*x situés, sous la même latitude, au milieu de l'Océan et au lieu des terres, dans la zone tempérée de l'hémisphère réal.*

| | Ile de Madère. | Natchez (Amérique). | Nangasaki (Thibet). |
|---|---|---|---|
| Latitudes nord. | 32° 38' | 31° 34' | 32° 45' |
| pérature moyenne de l'hiver..... | 16°.3 | 9°.6 | 7°.1 |
| pérature moyenne du printemps. | 17 .5 | 19 .0 | 15 .2 |
| pérature moyenne de l'été..... | 21 .1 | 25 .6 | 26 .7 |
| pérature moyenne de l'automne.. | 19 .8 | 18 .8 | 18 .8 |
| pérature moyenne de l'année.... | 18°.7 | 18°.2 | 17°.0 |

*:ux situés de part et d'autre de l'équateur dans les deux hémisphères.*

| HÉMISPHÈRE BORÉAL. | | | HÉMISPHÈRE AUSTRAL. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Noms des lieux. | Latitudes | Température moyenne de l'année. | Noms des lieux. | Latitudes. | Tempér. moyenne de l'ann. |
| bourg..... | 53° 33' N. | 8°.6 | Port-Famine... | 53° 37' S. | 5°.0 |
| res..... | 51 31 | 9 .1 | Iles Malouines. | 51 32 | 8 .3 |
| ignan..... | 42 42 | 15 .5 | Hobart-Town.. | 42 53 | 11 .3 |
| hville..... | 34 0 | 19 .3 | Buénos-Ayres.. | 34 37 | 16 .9 |
| Bermudes. | 32 28 | 20 .0 | Graaf-Reynet.. | 32 11 | 16 .8 |
| ne..... | 23 9 | 25 .0 | Rio de Janeiro. | 22 55 | 23 .1 |
| our..... | 21 9 | 27 .5 | Ile Bourbon... | 20 52 | 23 .1 |
| caybo..... | 11 19 | 29 .0 | Ile Melville.... | 11 25 | 27 .0 |

*Lieux situés sur l'hémisphère nord dans l'ancien monde et dans l'Amérique septentrionale.*

| ANCIEN MONDE. | | | AMÉRIQUE. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Noms des lieux. | Latitudes. | Température moyenne de l'année. | Noms des lieux. | Latitudes. | Température moyenne de l'année. |
| Paris..... | 48° 50′ N. | 10°.7 | Québec..... | 46° 49′ N. | 5°.7 |
| Naples..... | 40 51 | 16 .7 | Fort Colombus.. | 40 42 | 11 .0 |
| Le Caire.... | 30 2 | 22 .4 | N^lle^-Orléans.... | 29 58 | 21 .1 |

*Lieux situés sur les côtes occidentales de l'Europe et de l'Amérique.*

| EUROPE. | | | AMÉRIQUE. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Noms des lieux. | Latitudes. | Température moyenne de l'année. | Noms des lieux. | Latitudes. | Température moyenne de l'année. |
| La Rochelle. | 46° 9′ N. | 11°.6 | Fort George.... | 46° 18′ N. | 10°.3 |
| Bordeaux... | 44 50 | 13 .1 | Fort Vancouver. | 45 38 | 11 .5 |
| Lisbonne... | 38 42 | 16 .4 | San-Francisco... | 37 48 | 13 .6 |

*Lieux situés sur les côtes orientales de l'Asie et de l'Amérique.*

| ASIE. | | | AMÉRIQUE. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Noms des lieux. | Latitudes. | Température moyenne de l'année. | Noms des lieux. | Latitudes. | Température moyenne de l'année. |
| Pékin..... | 39° 54′ N. | 12°.6 | Philadelphie | 39° 57′ N. | 10°.7 |
| Bangkok... | 13 40 | 27 .3 | La Barbade. | 13 4 | 24 .7 |

La sécheresse d'un pays doit avoir une grande influence sur la valeur et sur la distribution des températures d'été et d'hiver.

Cette sécheresse est extrême dans les déserts, et surtout dans les plaines de la Sibérie, au delà de l'Altaï, entre l'Irtyche et l'Obi, lorsque les vents de sud-ouest ont longtemps soufflé.

Le 5 août 1829, à 1 heure après midi, dans la steppe Platowskaya, M. de Humboldt trouva — 4°.3 pour la température du point de rosée, le thermomètre, à l'ombre,

quant alors + 23°.7. La température des plantes
ıit dû, conséquemment, s'abaisser de 28° centigrades
·.qu'il se déposât de la rosée.
ıans les circonstances psychrométriques que je viens
apporter, l'hygromètre à cheveu de Saussure n'au-
marqué que 29°.
e 28 septembre 1829, à 3 heures après midi, à
alsk, chef-lieu des Cosaques du Laïk, l'air étant à
22°.0, on trouva pour le point de la rosée + 1°.4.
rosée ne se serait donc déposée sur les plantes
près un abaissement de température, par voie de
ınnement, de 20°.6 centigrades.
ar l'effet de cette énorme sécheresse, le nombre des
s de pluie va rapidement en diminuant quand on
ance de l'ouest à l'est : à Moscou, on en compte 205;
ızan, 90; à Irkoutsk, 57 seulement.
i maintenant le lecteur, après avoir examiné les
res que je viens de rapporter et qui présentent une
aine régularité, parce qu'ils résultent d'un grand
bre d'observations, veut bien se reporter aux tableaux
pages qui donnent les températures les plus basses et
ılus élevées observées à Paris, il reconnaîtra sans
e que, en un même lieu, dans le cours des années, on
éprouver les effets constatés dans presque tous les
ats. Il est donc impossible, quoique les lois des phé-
ènes généraux de température soient bien établies,
liquer à l'avance quel sera le fait particulier corres-
lant à un moment et à un lieu donnés.

# LIVRE XXXIII

## LE CALENDRIER

---

## CHAPITRE PREMIER

### AVANT-PROPOS

Le calendrier n'a pas encore été l'objet d'une exposition claire et détaillée. Dans les écrits de mes prédécesseurs on a laissé entièrement de côté une foule de questions intéressantes; divers points, il est vrai, y sont traités avec une grande supériorité, mais non pas, si une telle observation m'est permise, par des raisonnements à la portée des personnes dépourvues de connaissances mathématiques. J'ai essayé de remplir cette lacune en réunissant ici l'indication abrégée des méthodes diverses mises en usage chez les anciens et les modernes pour se retrouver dans le temps. Le lecteur est maintenant familiarisé avec les théories astronomiques, et il ne s'agit plus pour lui que d'en faire l'application à divers problèmes dont la pratique de la vie des sociétés demande la solution aux astronomes.

Quoique j'aie pris tous les soins dont je suis capable pour éviter les inexactitudes que j'avais à craindre en traitant une question qui exigeait à la fois des recherches scientifiques, historiques et d'érudition; quoique j'aie

é aux meilleures sources, telles que Clavius, Gas-
i, Blondel, Delambre, Daunou, etc., je ne sais si je
me flatter que des erreurs plus ou moins graves ne
eront pas glissées dans mon travail. Ma seule pré-
on a été de répandre un peu de clarté sur un sujet
les astronomes de profession eux-mêmes abordaient
répugnance, à cause de sa complication.

a vieille astronomie, dit un savant historien, exclue
ios écoles, règne toujours dans nos calendriers et
nos langues. Les détails dans lesquels nous allons
r mettront en complète évidence la vérité de cette
xion. Un mot encore avant d'entrer en matière.

e Bourgeois gentilhomme, dans la comédie de Molière,
ait que son maître de philosophie lui *apprît l'alma-*
. C'était là un vœu très-raisonnable. Tel qui s'en
ue serait bien embarrassé si on lui adressait à ce
les questions même les plus élémentaires. Mais, on
l'avouer, M. Jourdain se trompait en s'imaginant que
eçons qu'il demandait seraient faciles et simples.
plication de l'almanach touche aux points les plus
ats, les plus épineux de la science et de l'érudition.
cteur, au reste, va en juger.

## CHAPITRE II

### DÉFINITIONS

manach vient du mot *man* qui, chez les Orientaux,
fie lune.

mot calendrier désigne une collection de préceptes

ou de tables dans lesquelles les subdivisions du temps sont envisagées dans leurs rapports naturels ou conventionnels de position et de longueur.

Le mot calendrier vient de *calendes:* c'est ainsi que les Romains appelaient le premier jour de chacun de leurs mois.

On a prétendu que le mot *calendes* venait du verbe grec καλέω, *appeler*, parce que le premier jour de chaque mois le peuple de Rome était appelé à se réunir en assemblée générale. Les Grecs n'avaient pas de calendes dans leur division de l'année. De là l'expression : renvoyer aux calendes grecques, c'est-à-dire se débarrasser de quelqu'un par une promesse illusoire. Ceci est plus certain que l'étymologie empruntée au verbe καλέω.

Les phénomènes astronomiques de la rotation de notre planète autour de son axe et de sa translation autour du Soleil ont conduit tous les peuples à admettre les divisions du temps en jours et en années. Nous avons précédemment donné tous les détails utiles à connaître sur les heures, minutes et secondes, sur les jours sidéraux et solaires, sur l'année sidérale et tropique, sur le temps moyen, sur les horloges (liv. VII, t. Ier, p. 247 à 299). Nous allons nous occuper de la semaine, du mois, des années, des ères chez les différents peuples. Ces divisions du temps ont pour but d'indiquer d'une manière précise et commode l'époque des événements. Le jour du mois et le numéro d'ordre de l'année sont employés pour rappeler les faits de la vie civile et de l'histoire des peuples ; on a cherché à les faire concorder avec les retours des mêmes saisons et on les a généralement réglés sur les mouve-

nts apparents du Soleil. La semaine indique la succes-
n régulière des jours de travail et de repos. Enfin
commémoration des événements religieux, des fêtes
Eglise se rapportent ordinairement aux numéros d'ordre
s lunaisons et aux jours écoulés à partir de la dernière
uvelle Lune.

## CHAPITRE III

### LA SEMAINE

Goguet, adoptant sans réserve les opinions de Philon,
Josèphe, de saint Clément d'Alexandrie, a prétendu
une période de sept jours fut en usage chez tous les
uples de l'antiquité. D'autres, Costard par exemple, ont
tenu que les seuls Juifs employèrent la semaine dans
temps reculés. (On peut voir cette opinion développée
M. Alfred Maury dans une note d'une dissertation de
Biot, sur la Chronologie astronomique, insérée au
ne XXII des *Mémoires de l'Académie des sciences.*) Il
est enfin, parmi lesquels je citerai Daunou, qui
oussent l'une et l'autre de ces deux opinions extrêmes.
vant eux, la semaine figura, comme division du temps,
z les anciens Chinois, chez les Juifs, les Égyptiens, les
aldéens et les Arabes. D'autre part, l'institution leur
raît avoir été inconnue en Perse, en Grèce, à Rome, à
rthage, etc. Telle est aujourd'hui l'opinion qui a le
s d'adhérents; mais nous ne pourrions pas, sans sortir
notre cadre, nous livrer à la discussion minutieuse des
sages qui ont semblé l'appuyer sur des bases solides.

On suppose que la semaine pénétra en Grèce et dans l'Occident vers le IIIe siècle de notre ère.

Il faudrait porter le scepticisme à l'extrême et n'avoir pas remarqué combien les mots des langues parlées se sont quelquefois modifiés en vieillissant, pour refuser de voir les noms plus ou moins corrompus des planètes, dans ceux que portent les jours de notre semaine. Examinons chacun de ces noms séparément, et tous les doutes au reste disparaîtront.

Prenons d'abord le nom des jours de la semaine dans les langues du midi de la France, nous trouverons pour ces noms : di-luns, di-mars, di-mercres, di-jous, di-vendres, di-sate, di-menge.

L'origine des six premiers noms est évidente; quant au dimanche, il vient de *dies dominica* dont nos ancêtres ont fait, suivant les étymologistes, dominque, puis dominche, dimenche, et enfin dimanche.

Dans le calendrier anglais, le dimanche a conservé le nom du Soleil (*sunday*), le second jour porte le nom de la Lune (*monday*); dans la désignation des quatre jours qui suivent, les noms des divinités septentrionales ont pris la place de ceux des divinités grecques; quant au septième jour, samedi (*saturday*), jour de Saturne, on est revenu à la mythologie des peuples méridionaux. Ainsi, on ne saurait le contester, les jours de la semaine portent les noms des sept astres que les anciens appelaient les sept planètes.

Suivant Dion Cassius (il était consul en 229), ces dénominations tirent leur origine d'une pratique généralement en usage chez les Égyptiens : celle de consacrer,

ns un certain ordre, les diverses planètes aux vingt-
atre heures de la journée, et d'appeler chaque jour du
m de la planète qui présidait à la première heure.

L'ordre suivant lequel les jours de la semaine se suc-
dent porte l'empreinte indélébile d'un ancien système
astronomie, d'après lequel les planètes étaient d'autant
us distantes de la Terre qu'elles mettaient plus de temps
faire dans le ciel leurs révolutions apparentes. Ainsi,
ns ce système, la Lune était la planète la plus voisine;
nait ensuite Mercure, puis Vénus, puis le Soleil que l'on
nsidérait comme une planète, puis enfin, et dans cet
dre, Mars, Jupiter et Saturne.

On avait ainsi, en affectant à chaque planète le signe
r lequel on les représente, la série suivante :

| Saturne | Jupiter | Mars | Soleil | Vénus | Mercure | Lune |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ♄ | ♃ | ♂ | ☉ | ♀ | ☿ | ☾ |

De cette série, en suivant l'indication donnée par
on Cassius, va résulter l'ordre actuel des jours de la
naine :

| Samedi | Dimanche | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ♄ | ☉ | ☾ | ♂ | ☿ | ♃ | ♀ |

nt il serait impossible, sans cela, de trouver l'expli-
tion, ni dans le temps des révolutions des astres, ni
ns les considérations relatives à leur éclat, à leur aspect
ysique, ni dans l'importance accordée aux divinités dans
mythologie ancienne. Pourquoi, en effet, le jour du Soleil
cédérait-il au jour de Saturne, le jour de la Lune à
ui du Soleil, le jour de Mars à celui de la Lune, ainsi de
te? Prenons, au contraire, l'ordre des planètes signalé
s haut; affectons chacune d'elles aux heures du jour,

en comptant de gauche à droite, et lorsque la série des sept est épuisée, revenons de la Lune à Saturne. Pour tout dire, en un mot, comptons comme si les signes étaient disposés en cercle. Ainsi la première heure du samedi, *saturday*, chez les Anglais, étant consacrée à *Saturne* ♄, la septième devait être consacrée à la *Lune* ☾, ainsi que la quatorzième et la vingt et unième. La vingt-deuxième de ce même samedi était consacrée à *Saturne* ♄, la vingt-troisième à *Jupiter* ♃, la vingt-quatrième à *Mars* ♂, la vingt-cinquième, ou la première du jour suivant, devait être consacrée au *Soleil* ☉, qui prenait ainsi son nom (*sunday*) du nom de cet astre. Partons maintenant du jour du Soleil, et nous trouverons que la septième, que la quatorzième et la vingt et unième heure de ce jour-là étaient consacrées à Mars, la vingt-deuxième l'était au Soleil, la vingt-troisième à Vénus, la vingt-quatrième à Mercure, et la vingt-cinquième, ou la première heure du jour suivant, à la Lune. Le jour qui suivait le *sunday* devait donc être le *monday* des Anglais, ou le di-luns des Méridionaux. En partant maintenant de lundi, on trouve que la vingt et unième heure de ce jour-là était consacrée à Mercure ☿, la vingt-deuxième à la Lune ☾, la vingt-troisième à Saturne ♄, la vingt-quatrième à Jupiter ♃, la vingt-cinquième, ou la première heure du jour suivant, était consacrée à Mars ♂. Nous voyons naître ainsi le di-mars. En faisant la même opération sur toutes les autres planètes, on arriverait définitivement à l'ordre actuel des jours de la semaine :

| Samedi | Dimanche | Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ♄ | ☉ | ☾ | ♂ | ☿ | ♃ | ♀ |

·e dans lequel, comme nous l'avons dit plus haut, on .ve la trace évidente du plus ancien système astrono- ue.

## CHAPITRE IV

### 'ORDRE DES JOURS DE LA SEMAINE, SUIVANT LES ASTROLOGUES

In cercle divisé en sept parties égales, et portant sur sept divisions les sept planètes des anciens, dans dre des durées des révolutions de ces astres ou de s distances supposées à la Terre, telle est la figure

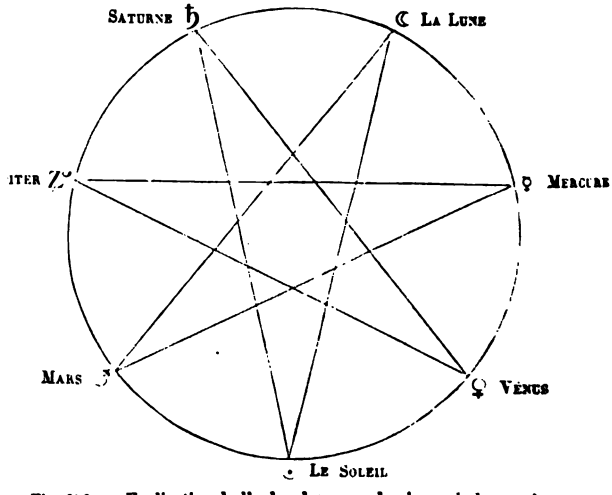



Fig. 353. — Explication de l'ordre des noms des jours de la semaine, suivant les astrologues.

érieuse d'après laquelle les astrologues expliquaient re des noms que portent les jours de la semaine.

: chaque division du cercle, occupée par une pla- , les astrologues menaient deux lignes aux deux

extrémités de l'arc opposé. Ils avaient ainsi six lignes entrecroisées, formant sept triangles mixtilignes[1] égaux entre eux. Eh bien, si vous allez du sommet d'un premier triangle au sommet d'un second, en suivant le côté rectiligne qui leur est commun; si du deuxième sommet vous passez, de la même manière, à un troisième, et ainsi de suite, vous trouverez, soit l'ordre des jours de la semaine, soit l'ordre inverse. Par exemple, la Lune ☾ conduit à Mars ♂; Mars ♂ conduit à Mercure ☿; Mercure ☿ conduit à Jupiter ♃; Jupiter ♃ conduit à Vénus ♀; Vénus ♀ conduit à Saturne ♄; Saturne ♄ conduit au Soleil ☉; le Soleil ☉, enfin, ramène à la Lune ☾.

La suite se trouve donc celle-ci :

| Lundi | Mardi | Mercredi | Jeudi | Vendredi | Samedi | Dimanche | Lundi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ☾ | ♂ | ☿ | ♃ | ♀ | ♄ | ☉ | ☾ |

c'est l'ordre même de la semaine.

Si de la Lune ☾ on était passé au Soleil ☉, le Soleil ☉ aurait conduit à Saturne ♄, Saturne ♄ à Vénus ♀, etc.; l'ordre eût été

| Lundi | Dimanche | Samedi | Vendredi | Jeudi | Mercredi | Mardi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☾ | ☉ | ♄ | ♀ | ♃ | ☿ | ♂ |

c'est la semaine en sens inverse.

Il y avait dans ces entrecroisements cabalistiques des systèmes touchant l'influence des astres sur lesquels les astrologues ont refusé de faire connaître leurs idées.

Voilà donc deux explications de l'ordre dans lequel se

1. C'est-à-dire composés chacun de deux lignes droites et d'un arc de cercle.

ent les noms des jours de la semaine : l'une fondée un ancien système d'astronomie ; l'autre appuyée sur combinaison astrologique. Le nombre 7, qu'on ne 'int à compléter qu'en comptant le Soleil parmi les ètes, avait dans l'antiquité des vertus mystérieuses, tait l'objet d'un véritable culte : ce n'est pas impuné- t qu'on se fût hasardé en Égypte, en Grèce, à Rome, noncer l'existence de plus de sept planètes, c'eût été attentat aux prérogatives du nombre 7 qui eût paru ie de toutes les malédictions de la religion : on n'au- pas manqué de le punir de mort.

## CHAPITRE V

### QUEL EST LE PREMIER JOUR DE LA SEMAINE?

On se demande souvent dans la société, quel est le nier jour de la semaine? De courtes réflexions à ce t ne seront peut-être pas inutiles. Le monde, suivant Genèse, fut créé en six jours; le septième jour, Dieu eposa. Ceux qui, après avoir assimilé les jours de la aine aux sept jours de la création, remarquent que, : tous les peuples chrétiens, le dimanche est un jour , un jour de repos, se croient autorisés à regarder le anche comme le septième jour et le lundi comme le nier. Mais ce raisonnement est-il démonstratif? Le fêté par les Juifs étant uniformément le samedi, ce it avec bien plus d'autorité ce jour-là qui devrait cor- ondre au repos dont il est parlé dans les livres és. La coutume des sectateurs de Moïse conduirait

donc à regarder le samedi comme le dernier jour de la semaine, et le dimanche comme le premier.

Mais sortant de toute hypothèse, il est clair que le jour qu'on appellera le premier jour de la semaine et celui qui portera le nom de dernier ne sauraient être déterminés que par une convention explicite; or, si nous consultons le Dictionnaire de l'Académie, car l'astronomie n'a que faire dans cette question, nous trouvons le dimanche désigné comme le premier jour de la semaine. En France, le problème est résolu par cette décision. En Allemagne, l'usage a donné la même solution, car le mercredi s'appelle *mittwoch* en allemand, c'est-à-dire le milieu de la semaine. Voici les noms des jours de la semaine chez les principaux peuples et dans les principales langues :

| Français. | Italien. | Espagnol. | Portugais. | Anglais. |
|---|---|---|---|---|
| Dimanche | Domenica | Domingo | Domingo | Sunday |
| Lundi | Lunedi | Lúnes | Secunda feira | Monday |
| Mardi | Martedi | Mártes | Terça feira | Tuesday |
| Mercredi | Mercoledi | Miércoles | Quarta feira | Wednesday |
| Jeudi | Giovedi | Juéves | Quinta feira | Thursday |
| Vendredi | Venerdi | Viérnes | Sexta feira | Friday |
| Samedi | Sabbato | Sábado | Sabbado | Saturday |

| Allemand. | Hollandais. | Arabe [1]. | Indien [2]. |
|---|---|---|---|
| Sonntag | Zondag | Youm el ahad | Addita-varam |
| Montag | Maandag | Youm eth thani | Soma-varam |
| Dienstag | Dingsdag | Youm eth thaleth | Mangala-varam |
| Mittwoch | Woensdag | Youm el arbaa | Bouta-varam |
| Freitag | Donderdag | Youm el khamis | Brahaspati-varam |
| Donnerstag | Vrijdag | Youm el djoumaa | Soucra-varam |
| Samstag | Zaturdag | Youm el effabt | Sany-varam |

1. La traduction est : le premier, le second, le troisième, le quatrième, le cinquième jour, le jour d'assemblée, le jour du sabbat.

2. La traduction est : jour du Soleil, de la Lune, de Mars, de Mercure, de Jupiter, de Vénus, de Saturne.

## CHAPITRE VI

### DES MOIS

our ne pas charger la mémoire des nombres consi-
ıbles auxquels il aurait fallu avoir recours, si tous les
:valles de temps avaient dû être exprimés en jours,
ı successivement imaginé les sommes de jours, les
ıpes qui ont pris les noms de semaine, de mois,
ınée.

est probable que la Lune, que la durée de la série
ransformations qu'elle subit avant de revenir à un
conque de ses états pris comme point de départ, a
ıé la première idée de cette subdivision de l'année
s'appelle *mois*.

:i, les étymologies et l'arithmétique conduisent à la
ıe conséquence.

n grec, ménè (μήνη) et men (μήν) signifient Lune
ıois, et néoménia (νηομηνια) nouvelle Lune ou pre-
· jour du mois.

'ancien rapport de la Lune et du mois est resté aussi
aitement manifeste dans la langue anglaise, car *moon*
dire Lune, et *month* signifie mois.

e temps qui s'écoule entre deux nouvelles Lunes,
e deux pleines Lunes, etc., le temps de la révolution
ıdique de notre satellite est d'environ 29j.5 (liv. XXI,
). I, t. III, p. 376).

## CHAPITRE VII

### MOIS ÉGYPTIENS

Les Égyptiens comptaient par période de douze mois égaux entre eux et de trente jours chacun ; ils ne recommençaient cette période qu'après avoir placé, à la fin de la précédente, cinq jours épagomènes ou complémentaires. On aurait donc le droit de dire que, chez ce peuple, on partageait le temps en périodes de treize mois dont douze étaient égaux entre eux, le treizième ne se composant que de cinq jours. Voici les noms des douze mois égyptiens : Thoth, Paophi, Athyr, Choéac, Tybi, Méchir, Phaménoth, Pharmouti, Pachon, Payni, Epiphi, Mésori.

Les jours épagomènes sont appelés Nisi par les cophtes modernes, lorsque l'année est commune, et Kebus lorsqu'elle est intercalaire. Depuis la réformation, l'année qui suit l'intercalaire commence le 30 août ; elle finit le 28 août suivant, et celle d'après recommence le 29.

## CHAPITRE VIII

### MOIS GRECS

Les mois grecs furent d'abord au nombre de douze, sans compter le mois intercalaire dont on fit usage plus tard ; ces mois étaient successivement pleins et caves, c'est-à-dire de 30 et de 29 jours.

On les partageait en trois parties ou décades ; bien entendu que, dans les mois caves, dans les mois de

ours, la troisième partie, la troisième décade, par contradiction dans les termes, ne se composait que de ' jours.

endant la première décade, la décade du commence- t du mois, on comptait de un à dix ; le premier jour, efois, avait le nom particulier de néoménia.

es jours de la décade du milieu étaient dénombrés, de ne, de un à dix.

eux de la décade finale étaient comptés d'une tout e manière.

ette dernière période voyait toujours disparaître gra- lement la Lune. Voilà pourquoi on la désignait par not grec qui signifiait dépérissement. Eh bien, les 10 es 9 jours de la décade de dépérissement, du décours la Lune, étaient rapportés numériquement, suivant rang, au jour de la disparition complète de l'astre. 21 du mois s'appelait le 10e ou le 9e avant la Lune nouissante, suivant que le mois était de 30 ou de 29 s ; le 22, en suivant la même convention, s'appelait ' ou le 8e ; et ainsi de suite jusqu'au 30e ou 29e jour nois, lequel portait en grec un nom spécial équivalant eux et nouveau, ce jour devant être constamment qué par la fin d'une Lune et le commencement de la ante [1].

n'existe pas de traité *ex professo* qui puisse nous connaître les détails relatifs à la division du temps les Grecs ; ce n'est qu'en réunissant, qu'en coor- nant des passages épars des prosateurs et des poëtes,

On a remarqué que le nom donné en Grèce à la dernière dé- du mois (φθινοντες) se trouve déjà dans l'Odyssée.

qu'on est parvenu à reconstituer le calendrier de ce peuple. Nous ne saurions, sans dépasser les limites que nous avons dû nous imposer, consigner ici les résultats des travaux des érudits sur les noms que portaient les douze mois à Athènes, d'autant mieux qu'on a beaucoup varié sur l'interprétation de ces noms, et même sur la place que divers de ces mois occupaient dans la série des douze.

Ajoutons que les mois athéniens différaient de ceux des autres petites républiques grecques, des mois de Lacédémone, par exemple.

## CHAPITRE IX

### MOIS ROMAINS

Romulus institua une période de dix mois, après l'épuisement de laquelle on recommençait à compter toujours dans le même ordre.

Le premier de ces dix mois s'appelait *Mars*, du nom du dieu dont Romulus prétendait descendre. Le nom du deuxième mois (*aprilis*) a une origine moins certaine : les uns le font dériver du mot *aperire*, ouvrir, parce que c'est le moment où la terre s'ouvre ; d'autres, ainsi qu'Ovide, le considèrent comme venant, par corruption, d'*Aphrodité*, un des noms de Vénus.

Le troisième mois fut consacré à *Maïa*, mère de Mercure.

Le quatrième à Junon ; *Junius* serait une abréviation de *Junonius*.

es noms des six autres mois exprimaient simplement rang :

| | | |
|---|---|---|
| *Quintilis*, (Cinquième); | *Sextilis*, (Sixième); | *September*, (Septième); |
| *October*, (Huitième); | *November*, (Neuvième); | *December*, (Dixième). |

)es deux mois ajoutés par Numa aux dix de Romulus, prit le nom de *Januarius*, de *Janus*; le nom de tre dérive, disent quelques antiquaires, des sacrifices iatoires (*februalia*), par lesquels on se purifiait des es commises dans le cours de l'année. Je vois dans noli qu'en Italie on explique d'une manière un peu ;rente le nom du second mois : février viendrait de *ruo*, le dieu des morts, auquel ce second mois aurait consacré.

,es mois romains sont devenus les nôtres. Il est donc spensable de les considérer à leur origine, et de voir ıment ils se sont modifiés et complétés.

ensorinus, d'après le témoignage de Varron, de Sué-, il aurait pu ajouter d'Ovide, dit que, primitivement, :onformité de ce que nous venons de rapporter, il n'y it que dix mois : mars, avril, mai, juin, *quintilis*, *'ilis*, september, october, november et december. Les s de mars, de mai; les mois *quintilis* et october, ent chacun 31 jours; les autres 30 seulement. La ode romaine d'après laquelle on comptait le temps nnée) n'était donc que de 304 jours.

Iuma ou Tarquin (les érudits n'ont pas osé décider el de ces deux rois fit la modification) ajouta 51 jours 304 de Romulus, qui servirent à constituer deux

nouveaux mois; la période devint donc de 355 jours.

Les cinquante et un jours ajoutés ainsi n'étant pas suffisants pour donner aux deux mois nouvellement créés de janvier et de février, une longueur peu différente de celle qu'avaient déjà les anciens mois, on fit subir à quelques-uns de ceux-ci une diminution. Les quatre grands mois, mars, mai, *quintilis* et octobre, conservèrent leurs 31 jours; l'emprunt s'effectua sur les six mois caves, sur les six mois de 30 jours, qui, à partir de là, n'en eurent plus que 29; 6 jours ajoutés à 51, formèrent un total de 57, qu'on répartit ainsi : 29 à janvier, et 28 à février.

Un mot sur ce qu'il y a d'étrange dans ces arrangements numériques.

Les Grecs comptaient par périodes de 354 jours. En ajoutant 50 jours aux 304 de la période de Romulus, on aurait retrouvé le même chiffre. On en ajouta 51 par superstition; on voulut que le total ne fût pas un nombre pair, d'après la persuasion que les nombres impairs étaient plus heureux, plus agréables à la divinité. Tel fut aussi le motif de la bizarre répartition des jours entre les divers mois : il y en avait quatre de 31 jours; sept de 29; le mois de février en comptait 28. Ce mois avait un double défaut : il était le plus court; et, chose autrement grave, il se composait d'un nombre pair de jours.

Voilà, suivant la remarque d'un historien illustre, de Daunou, ce qu'était la sagesse romaine au temps du divin Numa.

Chacun des mois romains était partagé en trois sections inégales, séparées par des jours portant les noms de calendes, de nones et d'ides.

es calendes étaient invariablement fixées aux pre-
s jours de chaque mois; les nones arrivaient le 5 ou
; les ides, le 13 ou le 15.

es enfants, ayant leur attention principalement fixée
e prochain jour de congé, sur le dimanche, désignent
ent les jours de la semaine d'après leur distance à
époque tant désirée. Il n'est pas rare de leur entendre
: Nous sommes à deux, à trois, à quatre jours, etc.,
imanche. Ainsi comptaient les Romains : ils caracté-
ent chaque jour par sa distance à la fête suivante du
e mois. Immédiatement après les calendes d'un
quelconque, les dates étaient rapportées aux nones,
n disait : sept jours, six jours, cinq jours, etc., avant
ones. Dès le lendemain des nones, on comptait par
; enfin les jours qui terminaient un mois étaient
ortés de même aux calendes du mois suivant. Par
ple, les derniers jours de février s'appelaient le sep-
e, le sixième, le cinquième avant les calendes de
. Quand les ides étaient le 13, on avait à dénom-
jusqu'à dix-sept jours avant les calendes du mois
nt.

est bon de consigner ici une remarque qui fera res-
r encore davantage l'incroyable bizarrerie de cette
ière de compter.

jour qui précédait immédiatement les nones, les
les calendes, s'appelait comme de raison la veille
nones, la veille des ides, la veille des calendes.
ant-veille de chacun de ces jours aurait dû prendre
ectivement le nom de deuxième jour avant les nones,
t les ides, avant les calendes; il s'appelait en réa-

lité le troisième ; le jour qui précédait l'avant-veille prenait le nom de quatrième, et ainsi de suite, avec une erreur constante en plus d'une unité.

Qui ne voit avec surprise, je dirai presque avec dégoût, dans cette numération rétrograde, le jour des nones, par exemple, pris comme vrai point de départ, ne pas figurer dans le compte quand il s'agit de la veille, et figurer, au contraire, comme une unité dans la fixation du rang de l'avant-veille !

Lorsque désormais on entendra Bélise, dans les *Femmes savantes*, demander au notaire :

> De dater par les mots d'ides et de calendes,

on connaîtra la signification de ce vœu, on saura que la folle, comme la qualifie Molière, fait appel à ce que l'antiquité nous avait légué de plus décousu, de plus déraisonnable.

Les Romains sentirent, comme les Égyptiens, la nécessité, qui sera bientôt démontrée, de recourir à des mois intercalaires.

Tous les deux ans, un mois supplémentaire s'ajoutait aux douze mois ordinaires. Ce mois s'appelait *mercedonius, merkedonius* ou *merkedinus*.

Par une bizarrerie presque inexplicable, le mois *mercedonius* s'intercalait tout entier entre le 23 et le 24 février. Ainsi, après le 23 février venaient : le 1er, le 2, le 3, etc., *mercedonius;* ce n'était qu'après l'épuisement des jours de ce mois supplémentaire, qu'on reprenait la série : 24, 25, 26, 27 et 28 février.

## CHAPITRE X

### MOIS DU CALENDRIER RÉPUBLICAIN

ans le calendrier républicain, adopté en 1793, on
ptait 12 mois composés chacun de 30 jours, et des
s épagomènes ou complémentaires au nombre de 5
, ne faisant partie d'aucun des 12 mois[1]. On verra
tôt à quelles circonstances de la distribution des sai-
ces cinq ou six jours complémentaires étaient des-
s à pourvoir.

haque mois était divisé en trois décades, dont les
s prenaient les noms de *primidi*, *duodi*, *tridi*, *quar-*
, *quintidi*, *sextidi*, *septidi*, *octidi*, *nonidi*, *décadi*.
e division avait un précieux avantage dont la semaine
privée : le nom du jour de la décade faisait connaître
édiatement et sans calcul à quel quantième du mois
tait arrivé.

oici les noms qu'on donna aux mois, à commencer
le premier de l'année républicaine :
*endémiaire*, *brumaire*, *frimaire*, *nivôse*, *pluviôse*,
*ôse*, *germinal*, *floréal*, *prairial*, *messidor*, *thermidor*,
*tidor*.

es étymologistes ont critiqué ces dénominations; on
pondu qu'elles avaient l'avantage d'avoir la même
inaison pour les mois de chaque saison, et de se rat-
er à des événements météorologiques ou agricoles

Comme si l'on s'était plu à jeter de la défaveur sur l'année
blicaine, les jours complémentaires furent appelés les *sans-*
*tides*.

annuels : ainsi fructidor correspondait à la maturation des fruits, vendémiaire aux vendanges, pluviôse au temps des pluies, frimaire à l'époque des frimas, etc.

Mais ces dénominations avaient l'inconvénient de n'être relatives qu'au climat de la France : on se fit donc la plus étrange des illusions en s'imaginant qu'elles seraient adoptées dans tous les pays.

Ce calendrier, comme chacun sait, n'a duré que treize ans.

## CHAPITRE XI

### DES DIVERSES ANNÉES SOLAIRES

Les étymologistes s'accordent généralement à regarder *annus* et *annulus* comme dérivés d'une source commune. On peut voir dans Macrobe *annus* traduit par circuit du temps.

On a vu comment on détermine avec exactitude (liv. VII, chap. IV, t. I, p. 261) le retour des équinoxes. Le temps que le Soleil emploie pour revenir au même équinoxe est l'année tropique (liv. VII, chap. VII, t. I, p. 273).

La durée exacte de l'année tropique exprimée en jours solaires moyens est de $365^j.242264$ ou $365^j\ 5^h\ 48^m\ 51^s.6$.

Si l'on exprimait l'année en jours sidéraux, il y aurait un jour de plus dans son énoncé, qui serait $366^j.242264$.

On appelle année sidérale le temps que le Soleil emploie pour revenir à la même étoile. A cause de la précession des équinoxes, qui fait rétrograder chaque année l'équinoxe du printemps de l'orient à l'occident de $50''.3$ (liv. XXIII, chap. XXI, p. 93), l'année tropique est plus

.e que l'année sidérale. On se sert des années sidé-
pour vérifier la troisième loi de Kepler, celle qui fait
les carrés des temps des révolutions des planètes
ır du Soleil sont entre eux comme les cubes des
nces des planètes à l'astre radieux. La durée de
ée sidérale en jours moyens est de 365j.25637 ou
6h 9m 10s.37. L'année sidérale surpasse donc l'année
que de 20m 18s.77.

: temps que le Soleil, dans son mouvement apparent
ır de la Terre, emploie pour revenir exactement au
e point de son orbite, est l'année anomalistique, du
ınomalie qui signifie inégalité; on se souvient que
erturbations planétaires font varier les éléments des
es. L'année anomalistique exprimée en jours moyens
e 365j.259709 ou 365j 6h 13m 58s.8.

l'on considérait le mouvement de la Terre par rap-
aux planètes, et les intervalles de temps qui la
neraient à une même longitude avec chacune des
s planètes, on aurait diverses années synodiques
il est inutile que nous indiquions les valeurs.

ıur les besoins des explications qui vont suivre, il est
ment nécessaire que nous remarquions que l'année
que, égale à 365j 5h 48m 51s.6, renferme une frac-
le jour assez embarrassante qui a donné lieu à toutes
ifficultés des concordances des calendriers, à toutes
formations successivement imaginées. En admettant
'année soit de 365j.25 ou 365j 6h, on fait une erreur
.m 8s.6.

## CHAPITRE XII

### DE L'ANNÉE ÉGYPTIENNE — ANNÉE VAGUE — PÉRIODE SOTHIAQUE

On pense que les Égyptiens firent primitivement usage d'une année de 360 jours, partagée en 12 mois de 30 jours chacun. Telle est même, suivant l'opinion de quelques érudits, l'origine de la division du cercle en 360 parties égales, en 360 degrés.

L'histoire de Rhéa et de Saturne, rapportée par Plutarque, a fait croire que les cinq jours complémentaires (épagomènes) furent ajoutés par Mercure Trismégiste à l'année primitive de 360 jours.

1 L'année égyptienne, portée à 365 jours, avait, quoiqu'à un moindre degré, le défaut capital de l'année de 360 : celui de différer du temps employé par le Soleil à faire sa révolution complète.

L'année de 365 jours a pris le nom d'*année vague*. Voyons quelle est l'origine de cette dénomination ; cherchons à découvrir les inconvénients de l'année vague.

Dans l'explication des saisons (liv. XXXII, chap. XII, p. 562), nous avons montré par le fait et par le raisonnement que les températures annuelles, dans un lieu donné, se partagent en deux périodes, l'une croissante et l'autre décroissante, et que, grâce au nombre de jours dont se compose actuellement notre année civile, chaque jour d'une certaine dénomination, tels que 10 janvier, 20 mars, 15 juillet, 19 septembre, etc., abstraction faite des circonstances atmosphériques accidentelles, jouit tous

été très-justement appelées *années vagues*), tous les s ont-ils correspondu à toutes les saisons? Il est évi- t que, pour l'obtenir, il faut multiplier par 4 la lon- ur de l'année égyptienne ou 365 jours, ce qui donne période de 1460 années vagues; cette période, dans uelle tous les jours de l'année ont joui de la même pérature, s'appelait, chez les anciens, la *période iaque*.

Des motifs superstitieux étaient invoqués en faveur de née vague, les voici; on disait: Les fêtes civiles et gieuses se célébrant à des jours déterminés de l'année, fêtes, après un certain temps (1,460 ans), auront respondu à toutes les saisons, et les auront ainsi sanc- es. Je n'ai sans doute pas besoin d'insister sur la rilité de considérations de cette nature, qui sont ndonnées depuis l'adoption de l'année intercalaire.

## CHAPITRE XIII

### ANNÉE GRECQUE — CYCLE DE MÉTON — CYCLE DE CALIPPE

L'année grecque fut d'abord de 354 jours; plus tard, a porta à 360; ensuite, à l'aide de mois intercalaires, fut amenée, en moyenne, à 365 jours.

Les mois lunaires ayant servi les premiers à diviser le ps, les fêtes d'institution ancienne se célébraient à des ques en relation avec le cours de la Lune. Mais les ons n'ont de liaisons qu'avec le cours du Soleil. Pour e que les fêtes revinssent aux mêmes phases de la Lune peu près dans les mêmes saisons, il a fallu chercher

des rapports simples qui permissent de coordonner les deux manières de diviser le temps.

Ajoutons qu'un oracle avait prescrit aux Grecs de célébrer certaines de ces fêtes dans les mêmes jours de l'année et aux mêmes phases de la Lune. Il était difficile de régler à l'avance les jours où cette célébration devait avoir lieu, jusqu'au moment où Méton eut découvert le cycle qui porte son nom, et qu'il fit connaître pendant qu'on célébrait les jeux olympiques en l'an 433 des chronologistes avant notre ère. Méton remarqua que dix-neuf années contenaient 235 lunaisons; après dix-neuf années, les mêmes phases de la Lune revenaient aux mêmes jours, aux jours de même dénomination; en sorte qu'après ce laps de temps, les fêtes devaient être célébrées aux mêmes dates. Nous avons déjà dit qu'on rapporte que les Grecs firent éclater un tel enthousiasme à l'annonce de cette découverte, qu'ils décidèrent qu'elle serait inscrite sur les monuments publics en lettres d'or (liv. XXI, chap. VII, t. III, p. 397). De là le nom de *nombres d'or* donné aux nombres dont se compose le cycle de Méton.

Du reste, quelques érudits ont douté que cette période ait été employée en Grèce dans la vie civile; peut-être les écrivains qui se sont laissés aller à ce sujet à une admiration outrée avaient-ils voulu venger le savant astronome des ignobles sarcasmes dirigés contre lui dans une des comédies d'Aristophane.

Calippe ajouta à la précision de la remarque de son compatriote Méton, en prenant soixante-seize années solaires qui forment 940 lunaisons.

## CHAPITRE XIV

### ANNÉE ROMAINE

L'année romaine se composait, sous Romulus, de
i jours. Sous Numa, elle fut portée à 355 jours. Après
troduction du mois intercalaire mercedonius, elle fut
366.

De là, un désaccord toujours croissant entre le com-
ncement de l'année civile et celui de l'année astrono-
que, malgré le mois mercedonius créé tout exprès pour
médier à cet inconvénient. En désespoir de cause, on
décida à conférer aux pontifes le droit de donner au
is intercalaire le nombre de jours que les circonstances
draient nécessaire. A partir de ce moment, le calen-
er devint un moyen de corruption et de fraude.
éron nous apprend que les pontifes, à l'aide de ce pou-
r discrétionnaire, prolongeaient la durée de la magis-
ure de leurs amis, ou abrégeaient celle de leurs enne-
; qu'ils faisaient, suivant leur bon plaisir, avancer ou
rder les échéances; qu'ils favorisaient les bénéfices
fermiers du fisc ou aggravaient leurs pertes.

L'ignorance, la superstition, la fraude, avaient telle-
nt empiré les choses, qu'on en était arrivé à célébrer
printemps les fêtes d'automne qui portaient le nom
*utumnalia*, et celles de la moisson dans le milieu de
ver.

## CHAPITRE XV

### RÉFORMATION JULIENNE

Jules César résolut de porter remède à tous les désordres que nous venons de signaler, et d'établir une intercalation régulière, invariable, exempte d'arbitraire, qui les prévînt à l'avenir. Un astronome égyptien, Sosigène, lui prêta son concours, et leur travail commun conduisit à ce qu'on est convenu d'appeler *réformation julienne*, du nom de Jules César.

L'idée de régler l'année civile sur une période dans laquelle il y aurait un nombre fractionnaire de jours dut être rejetée de prime abord par l'esprit éminemment judicieux de César.

Supposons, en effet, que l'année civile eût été réglée sur une durée de 365 jours 1/4, et qu'une certaine année de ce nouveau calendrier eût pour origine le 1er janvier à minuit; l'année suivante aurait commencé à six heures du matin, l'année d'après à midi : ce n'eût été qu'après une période de quatre ans que le commencement fût revenu à minuit. On conçoit, sans que nous insistions davantage, tous les inconvénients qui seraient résultés d'un commencement d'année variable avec la date.

Une seconde condition à laquelle il fallait satisfaire, pour que les années se prêtassent à une facile transformation en un nombre équivalent de jours, était que l'intercalation s'opérât d'une manière régulière et simple. On peut affirmer que cette condition est remplie dans le calendrier julien.

Pour réparer le mal qui était résulté de la longueur ectueuse donnée au mois intercalaire mercedonius, et mauvaises pratiques des pontifes, César assigna à 708 de Rome une durée de 445 jours. Ces 445 jours composèrent, de l'année ordinaire, d'un mercedonius 23 jours et de deux mois intercalaires, l'un de 33 jours, tre de 34, qui furent placés entre novembre et embre.

L'année où s'opéra cette réforme s'appela l'année de fusion. C'est la quarante-sixième avant notre ère.

La réformation julienne fixa la longueur de l'année onomique à 365j.25. Le mercedonius disparut, et les rs dont on eut alors à disposer furent répartis de nière à choquer le moins possible les idées et les pré-és des Romains. Ainsi février conserva ses 28 jours : lui en donnant 30 on eût cru compromettre le salut l'État. Sept mois, et non plus seulement cinq, comp-ent dès lors 31 jours : les nouveaux mois, portés à la nité de *menses majores*, de grands mois, furent les is *sextilis* et décembre.

Après que Jules César eut réformé le calendrier, Marc-oine, alors consul, fit décréter que, pour perpétuer mémoire d'un pareil bienfait, le mois *quintilis*, dans uel César était né, prendrait le nom de *Julius* (juillet). Plus tard (en l'an 730 de Rome), le sénat décida, nme nous l'apprend Macrobe, qu'en mémoire des nbreux services qu'Auguste rendit à l'empire pendant nois *sextilis*, ce mois s'appellerait *Augustus* (août). Ces deux changements de nom furent acceptés. De là tentatives que firent Tibère, Claude, Néron, Domitien

pour inscrire leurs noms dans le calendrier. Heureusement le monde n'a pas eu à souffrir cette ignominie.

Jules César et Sosigène placèrent le jour complémentaire dans le mois de février ; mais la hardiesse ne fut pas aussi grande qu'elle le paraît d'abord ; ce mois malheureux, ce mois pair, conserva son caractère antique : au lieu de le porter à 29 jours dans les années à intercalation, on lui laissa en apparence ses 28 jours primordiaux.

Il y avait dans ce mois un sixième jour avant les calendes de mars, un jour qu'on appelait *sexto-calendas*, dans lequel on célébrait la fête du régifuge, instituée en mémoire de l'expulsion de Tarquin. C'est entre ce jour et la veille qu'on plaça le jour intercalaire sous le nom de *bissexto-calendas*. De là le nom de *bissextile* donné aux années de 366 jours [1].

Les pontifes successeurs de César furent chargés de présider à l'exécution de la réforme qu'il avait établie ; mais ils se trompèrent en considérant chaque bissextile écoulée, comme faisant partie des quatre années qui devaient fixer la bissextile suivante ; en sorte qu'en réalité, les bissextiles revenaient de trois en trois ans.

Ainsi ces graves personnages, qui n'auraient pas hésité à prédire l'avenir d'après le vol des oiseaux ou sur l'inspection des entrailles d'un animal égorgé par le sacrificateur, ne comprirent pas qu'il fallait multiplier 1/4 par 4 pour obtenir 1. Cette erreur, dans l'application de la

1. Ce fut vers l'année 45 avant Jésus-Christ, suivant la manière de compter des astronomes, que s'opéra la réforme julienne ; on croit que cette grande transformation ne précéda guère que d'un an la mort de César.

rme julienne, dura trente-six ans. Auguste y porta s remède, en retranchant les bissextiles de trop qu'on t introduites dans cette période.

## CHAPITRE XVI

### ANNÉE JUIVE

es années ordinaires des Hébreux se composaient de mois lunaires : nisan, jiar, siban, thamuz, ab, elul, si, marchesvan, casleu, tebeth, sabath, adar. Ces s avaient alternativement 30 et 29 jours, comme chez Grecs, et ils ne comprenaient en tout que 354 jours. lifférence d'environ onze jours avec l'année solaire empêché les anniversaires de coïncider avec le retour saisons; aussi les Israélites sentirent de bonne heure écessité de recourir à des intercalations. Les Juifs nt en conséquence des années extraordinaires com- es de 13 mois, formés de 29 ou de 30 jours. Le ième mois, appelé veadar, ou le second adar, était té à certaines années, de manière à faire coïncider la ue, qui commençait le 15 du mois nisan, avec l'épo- où les orges étaient bonnes à couper, parce que la ue demandait, outre l'agneau pascal, l'offrande de la e pour les prémices de la moisson des orges. Les es de l'intercalation varièrent avec le temps et suivant eux où se portèrent les Hébreux exilés. Enfin les Juifs otèrent le cycle de Méton, dont les années 3e, 6e, 8e, 14e, 17e et 19e ont 13 mois, et sont alors appelées olismiques, du grec ἐμβολίσμος qui veut dire *ajouté*.

## CHAPITRE XVII

### ANNÉE MUSULMANE

L'année musulmane se compose, comme l'année grecque, de douze mois ou lunaisons, qui ont alternativement 30 ou 29 jours. Le total est de 354 jours, durée moindre que l'année solaire, de 11 jours 1/4.

Les mois des Musulmans sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Moharrem | 30 jours. |
| Sefer | 29 — |
| Rabi' el-awal (Rabi' I) | 30 — |
| Rabi' eth-thani (Rabi' II) | 29 — |
| Djemadzi el-awal (Djemadzi I) | 30 — |
| Djemadzi eth-thani (Djemadzi II) | 29 — |
| Redjeb | 30 — |
| Cha'aban | 29 — |
| Ramadan | 30 — |
| Chawâl | 29 — |
| Dzou' l kedah | 30 — |
| Dzou' l hadjeh | 29 — |
| Total | 354 jours. |

D'après ce système, chaque lunaison moyenne est comptée de 29 jours 1/2 ; or, elle est de 44 minutes plus longue. Pour corriger l'erreur qui en résulte, les Musulmans ajoutent en 30 ans, 11 jours intercalaires en augmentant d'un jour quelques années dans lesquelles le dernier mois (Dzou' lhadjeh) prend alors 30 jours. Ces onze jours intercalaires sont distribués de la manière suivante dans chaque cycle de 30 ans :

Années : 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 et 29.

e cycle mahométan de 30 ans ou de 360 lunaisons
lonc de $30 \times 354 + 11 = 10,631$ jours; rigoureu-
ent il faudrait $16^m\ 49^s.2$ de plus pour revenir exacte-
t à une nouvelle lunaison; cette erreur fait avancer
nois tous les 30 ans d'environ un quart d'heure de
Pour les 42 cycles qui se sont écoulés depuis l'hé-
, l'erreur est de $11^h\ 40^m$ environ. Il en résulte que
ètes et les nouveaux mois ne sont pas toujours célébrés
même jour dans les villes voisines. La confusion s'ac-
en outre de ce que la Lune doit avoir été *vue* par deux
mes dignes de foi pour qu'un mois puisse commencer,
ui met souvent les solennités à la merci de circon-
ces accidentelles. Enfin l'année musulmane étant
viron 11 jours plus courte que l'année tropique, qui
e règle le cours des saisons, il en résulte que le pre-
jour de l'année, le premier jour du mois de Mohar-
, n'a aucune place fixe dans l'ordre des saisons;
revient plus de onze jours avant que la révolution
Soleil soit achevée, qu'il rétrograde tous les ans; en
tres termes, qu'il va graduellement du printemps à
er, de l'hiver à l'automne, de l'automne à l'été et de
au printemps; qu'enfin, dans le court intervalle de
te-quatre ans, il a successivement correspondu à
es les saisons de l'année.

endant que nous comptons 33 ans, les Musulmans
omptent 34. Le Trésor turc s'est ému de cette ano-
e, et il a trouvé que l'astronomie ne serait pas en
ccord avec les intérêts de l'État qui jusqu'alors payait
mployés 34 fois en 33 ans; aussi a-t-il accepté pour
ninistration le calendrier julien.

## CHAPITRE XVIII

### ANNÉE CHINOISE

Dès la plus haute antiquité, plus de vingt siècles avant notre ère, les Chinois ont employé l'année de 365j.25, c'est-à-dire trois années successives de 365 jours chacune, et une quatrième année de 366 jours, comme dans le calendrier julien. Malheureusement les premiers Chinois ont cherché à plusieurs reprises à corriger l'inexactitude de ce système par des rectifications absolues, dont l'étendue n'a pas été mentionnée par l'histoire et qui reposaient en outre sur des observations imparfaites. Les anciens Chinois mesuraient l'année par son retour au solstice d'hiver dont ils déterminaient l'époque d'après les longueurs des ombres observées par le gnomon. Ils laissaient courir l'année de 365j.25 jusqu'à ce que les observations du gnomon fissent reconnaître qu'elle s'écartait notablement des passages du Soleil vrai au solstice; alors ils opéraient une réformation analogue à la réformation grégorienne de 1582. Les discontinuités qui en sont résultées dans la chronologie chinoise ne se sont pas renouvelées depuis l'an 206 avant notre ère. L'année solaire chinoise est divisée en mois lunaires. Les anciens Chinois avaient reconnu que dans dix-neuf années de 365j.25, il y avait 235 lunaisons et que par conséquent, après ce cycle, les mêmes phases de la Lune reviennent aux mêmes jours; ils avaient donc découvert la période dite de Méton (chap. XIII, p. 672).

:s années ordinaires des Chinois ont 12 mois ou 12 ;, d'autres années convenablement placées, au nombre , dans le cycle de 19 ans, ont 13 mois ou 13 lunes; nes intercalaires appartiennent aux années 3, 6, 9, 11, 7 et 19 du cycle. Les lunes intercalaires, dit M. Biot, représentées par un caractère spécial qui est l'expres- d'un rit religieux : « Dans la résidence impériale, ı.un palais carré, dont les quatre faces regardent les :s cardinaux de l'horizon. Le contour de cet édifice est é en douze salles, consacrées aux douze lunes ordi- :s. Au commencement de chaque lunaison, l'empe- va successivement offrir un sacrifice dans la salle :spondante. Lorsqu'il survient une lune intercalaire, , s'accomplit entre les deux battants de la porte qui ɜ le passage d'une salle à l'autre. »

## CHAPITRE XIX

### ANNÉE PERSANE AU XI^e SIÈCLE

:s Persans avaient déjà adopté au XI^e siècle une inter- ion qui rapprochait beaucoup l'année civile de l'année nomique, qui maintenait les équinoxes et les sol- ı aux mêmes jours de l'année civile. Voici en quoi onsistait :

ois années communes, ou de 365 jours, étaient sui- sept fois de suite, d'une année de 366; mais la :me fois, le 366^e jour intercalaire ne s'appliquait plus quatrième année de la série : on attendait la cin- ıe pour opérer l'addition.

Quelle longueur d'année cette intercalation suppose-t-elle ?

Voici la réponse :

Les sept premières périodes forment un total de 28 ans; la dernière en comprend 5; la somme entière est donc de 33. En 33 ans, les Persans intercalent 8 jours. Cela suppose, pour la partie fractionnaire de la longueur moyenne de l'année, pour la portion en sus de 365 jours, une valeur exprimée par $\frac{8^{j.}}{33}$; or $\frac{8^{j.}}{33} = 0^{j}.2424$.

| | |
|---|---|
| 10,000 années, dans le mode d'intercalation persan, comprennent donc..... | 3,652,424 jours; |
| 10,000 années astronomiques valent..... | 3,652,422$^{j}$.64; |
| La différence n'est donc que de.. | 1$^{j}$.36. |

On verra que cette intercalation persane est d'une exactitude plus grande que celle du calendrier grégorien adopté aujourd'hui dans la plus grande partie de l'Europe et du nouveau monde.

## CHAPITRE XX

RÉFORMATION GRÉGORIENNE — ANNÉE DES CHRÉTIENS DE L'ANCIEN ET DU NOUVEAU STYLE — ÉPOQUE DE L'ADOPTION DE LA RÉFORMATION CHEZ LES DIFFÉRENTS PEUPLES — DIFFÉRENCE ENTRE LES DATES DE L'ANNÉE JULIENNE ET DE L'ANNÉE GRÉGORIENNE — DATES DES RUSSES

Le concile de Nicée, en 325, croyait que le calendrier julien ramènerait toujours l'équinoxe de printemps au 21 mars, tant, disait-on, ses intercalations se trouvent exactement coordonnées avec la vraie longueur de l'an-

solaire. Il n'en était rien cependant. La longueur de
née que suppose la réforme julienne est de 365j.25; la
gueur véritable de l'année est de 365j.242264. Voyons
qui devait résulter de cette différence relativement à
osition que le Soleil occupe, un jour donné, le 21 mars
exemple.

i l'équinoxe est arrivé le 21 mars d'une année julienne,
rrivera l'année d'après un peu plus tôt d'une fraction
our égale à la différence qui existe entre 0j.250000 et
242264. Cette différence, si petite qu'elle soit, s'ajou-
à elle-même à la fin de chaque année, produira à la
gue des jours entiers; la température dont on jouissait
origine le 21 mars s'observera donc successivement le
le 19, le 18, et ainsi de suite indéfiniment. On voit
l'effet est diamétralement opposé à celui qui résul-
de l'emploi de l'année vague égyptienne qui, elle,
t plus courte que l'année astronomique. Cette durée
s courte avait successivement transporté, on doit se le
peler, au 22, au 23, au 24 mars la température du 21.
En conséquence de la différence qui existe entre l'an-
julienne de 365j.25 et l'année astronomique de
j.242264, l'équinoxe dans le xvᵉ siècle anticipait déjà
ucoup sur la date que le célèbre concile lui avait assi-
e. Il fallait empêcher cette erreur de s'accroître, car
aurait fini par rejeter en plein hiver une fête (celle de
ques), dont la célébration, d'après les décisions ecclé-
stiques, devait constamment suivre le 21 mars d'un
nbre de jours variable, mais qui, dans les cas extrêmes,
pouvait dépasser le 25 avril. Réformer le système d'in-
calation julien était le seul moyen d'arriver au but.

Ce moyen, le cardinal Pierre d'Ailly le proposa, au concile de Constance et au pape Jean XXIII, dès l'année 1414. Vers la même époque, le cardinal Cusa écrivit aussi sur la matière. Antérieurement, Roger Bacon avait fait une proposition formelle à ce sujet. Le pape Sixte IV, voulant réaliser ces projets, appela auprès de lui Régiomontanus. La mort du célèbre astronome, arrivée à Rome en 1476, ajourna cette délicate affaire. Le concile de Trente, quand il se sépara en 1563, la recommanda très-expressément au pape. Enfin, Grégoire XIII réussit, en 1582, à opérer la réforme tant désirée, avec le concours d'un savant calabrais nommé Lilio.

Répétons-le, le but de cette réforme devait être de coordonner la longueur de l'année civile avec la longueur de l'année astronomique, en telle sorte que les jours de même dénomination correspondissent, terme moyen, aux mêmes températures, et que les travaux de l'agriculture pussent toujours être réglés par des dates empruntées à l'année civile.

La longueur de l'année julienne était de $365^{j}.25$ [1], tandis que la longueur de l'année astronomique, ou le temps que le Soleil emploie à revenir au même point de son orbite, à l'équinoxe de printemps, par exemple, n'est que de $365^{j}.242264$. L'intercalation julienne, fondée sur une longueur d'année exagérée, renfermait un trop grand

1. Sosigène, le collaborateur de César, ne devait pas ignorer qu'Hipparque, 120 ans avant notre ère, avait reconnu que l'année solaire était plus courte que 365 jours 1/4. Peut-être la différence, qui ne portait que sur les millièmes de jour, lui parut-elle négligeable.

bre de bissextiles. Diminuer ce nombre d'une ma-
e régulière, et en se rapprochant de la longueur de
ıée solaire, tel devait être, et tel a été, en effet, le ré-
ıt de la réforme grégorienne.

ans le calendrier julien, toute année dont le millé-
: est divisible par 4, est une année bissextile; les an-
; séculaires, telles que 1600, 1700, 1800, 1900, sont
ıéquemment bissextiles, puisque tout nombre repré-
é par des chiffres significatifs suivis de deux zéros est
sible par 4. On imagina donc de supprimer ces bis-
iles; mais alors on tombait dans le défaut contraire :
ılendrier réformé grégorien n'eût pas renfermé un
bre suffisant de bissextiles. On para à ce défaut en
lant bissextiles les années composées d'un nombre de
es divisible par 4. Dans ce système, trois années
munes sont suivies d'une année bissextile, et trois
ses séculaires communes sont suivies aussi d'une année
laire bissextile.

insi, il n'y a de différence entre l'intercalation julienne
intercalation due au pape Grégoire XIII, que pour
nnées séculaires : 1600 (ou 16 siècles) se trouve une
e bissextile dans les deux systèmes d'intercalation;
), 1800 et 1900, qui sont bissextiles dans le calen-
julien, ne le sont pas dans l'intercalation grégo-
ıe. Mais en l'an 2000, 20 étant divisible par 4, on
ptera 366 jours pour l'année, tant dans le calendrier
n que dans le calendrier grégorien, et ainsi de
.

ı règle à suivre pour savoir si une année séculaire est
xtile ou ne l'est pas, est très-simple. On efface les

deux zéros situés à droite du nombre qui exprime le millésime de cette année; si les chiffres restants sont divisibles par 4, l'année est bissextile; si ces chiffres ne sont pas divisibles par 4, l'année est commune.

Voyons avec quel degré d'approximation la longueur de l'année que suppose l'intercalation grégorienne se rapproche de la longueur de l'année astronomique : 10,000 ans se composent en réalité de 3,652,422$^{j}$.64; 10,000 ans, dans le calendrier julien, se composent de 3,652,500 jours.

Il y avait une différence de 77$^{j}$.36 entre la durée réelle de 100 siècles et celle que suppose le calendrier julien.

Le calendrier julien renfermait donc un trop grand nombre d'années bissextiles; il fallait diminuer ce nombre. La première pensée qui dut se présenter, ainsi que nous l'avons déjà dit, fut de retrancher les bissextiles correspondantes à toutes les années séculaires, ou dont le millésime est composé d'un nombre rond de siècles; or, dans 10,000 ans, ou dans 100 siècles, il y a 100 années séculaires. Retranchant donc 100 de 3,652,500, il ne serait resté que 3,652,400, nombre inférieur de 22.64 à la durée de 10,000 ans, déterminée par les astronomes. Ainsi, en modifiant l'intercalation julienne par la suppression d'une bissextile dans toutes les années séculaires, on aurait trop retranché. On imagina alors de rétablir, toutes les 4 années séculaires, la bissextile que l'on eût ôtée de trop. Au lieu de supprimer 100, on essaya si l'on se rapprocherait assez de la longueur de l'année astronomique, en retranchant de celle que suppose l'intercalation julienne,

plus 100, mais 100 moins 1/4 de 100, ou 75; alors a pour 10,000 ans 3,652,425 jours. Il n'y a donc ne différence de 2j.36 dans 100 siècles entre l'année onomique et l'année que suppose l'intercalation gré-enne.

n d'autres termes, au bout de 10,000 ans, la tempé-re moyenne correspondante à l'origine de la période, 1 mars, si l'on veut, s'observerait le 18, de deux à jours plus tôt. Les travaux de l'agriculture, en leur posant cette fixation rigoureuse, ne se trouveraient acés, après 100 siècles, que du court intervalle de à trois fois vingt-quatre heures. La réforme gré-enne satisfait donc, avec toute l'exactitude nécessaire, out qu'on doit se proposer dans tout système d'inter-tion.

quoi il faut ajouter que cette intercalation est assu-e à des règles très-simples et qui permettent de trans-er facilement en jours une durée quelconque expri-en années grégoriennes.

n 1582, époque de la mise en pratique de la réforme gorienne, on ne se contenta pas de pourvoir aux be-s de l'avenir, on voulut ramener les choses à l'état où étaient à l'époque du concile de Nicée; et, comme uinoxe, fixé au 21 mars par les prélats qui compo-nt ce concile, avait anticipé sur cette date et arrivait 1 mars, on décida de supprimer dix jours et d'appeler endemain du 4 octobre, jour de Saint-François, au du 5, le 15 octobre. Telle est l'origine de la diffé-e primitive de dix jours qui a longtemps existé entre dates pour les pays où la réforme grégorienne fut

adoptée et les contrées protestantes ou soumises à la religion grecque. Cette différence distingue l'ancien style du calendrier chrétien du style nouveau. Cette différence de dix jours ne s'augmenta pas en 1600, qui fut une année bissextile à la fois dans le calendrier julien et dans le calendrier grégorien; mais, suivant les règles énoncées plus haut, elle s'accrut d'un jour en 1700, et d'un autre jour en 1800, ce qui fait un total de 12, différence actuelle entre les dates des Russes qui ont conservé le calendrier julien, et les dates des autres peuples de l'Europe.

La réforme grégorienne, quoi qu'on en ait pu dire, ne fut pas adoptée immédiatement et sans résistance, même dans les pays catholiques. Dans les pays protestants, suivant la remarque d'un érudit : « On aima mieux ne pas être d'accord avec le Soleil, que de l'être avec la cour de Rome. »

Scaliger contribua beaucoup par ses critiques, par ses déclamations plus ou moins fondées, à empêcher les pays non catholiques d'adopter la réforme grégorienne.

A Rome, la réformation commença le 5-15 octobre 1582, selon le décret;

En France, le 10-20 décembre de la même année 1582;

En Allemagne, dans les pays catholiques, en 1584, à la suite des pressantes sollicitations de Rodolphe II; dans les pays protestants, en 1600, le 19 février-1er mars.

Le Danemark, la Suède, la Suisse, suivirent l'exemple de l'Allemagne. Quelques villages seulement de l'Helvétie résistèrent, et il fallut, pour les réduire, recourir à des amendes et à la force armée.

La Pologne reçut la réforme en 1586, malgré une sé-
on que le changement avait fait naître à Riga.
Enfin, l'Angleterre se décida à l'adopter en 1752, le
14 septembre. La différence entre les deux calendriers
t alors de 11 jours à cause de l'année 1700 qui avait
bissextile suivant le calendrier julien, et commune
s le style grégorien.

## CHAPITRE XXI

### COMMENCEMENT DE L'ANNÉE

Là où l'année ne se composait que de 354 ou de 355
rs, là où on avait réglé sa longueur sur le cours de la
e, le commencement devait successivement correspon-
à toutes les saisons. Il serait donc sans intérêt de
rcher quels étaient les premiers mois de ces années
ires.
Venons aux nations modernes en possession de l'année
ire. Elles ont eu cinq manières principales et diffé-
es de la commencer.
Les unes prirent pour ce commencement le 25 dé-
bre, de Noël, jour de la naissance de Jésus-Christ.
D'autres choisirent le 1er janvier : c'est la pratique en
ge aujourd'hui.
On en peut citer qui fixèrent invariablement le premier
de l'an au 1er mars.
On en trouve d'autres où ce premier jour était le 25
s, jour de l'Annonciation.
Enfin, quoique la fête de Pâques soit mobile, quoiqu'elle

puisse correspondre à tous les jours compris entre le 22 mars et le 25 avril, le jour de Pâques a été, chez quelques peuples, le jour initial.

Citons des exemples en témoignage de ce que nous venons de rapporter.

| | |
|---|---|
| 1er jour de l'an à Noël..... | En France, du temps de Charlemagne. |
| Au 1er janvier. | Pratique reprise en Allemagne vers 1500; prescrite en France par un édit de Charles IX, en 1563; adoptée en Angleterre pour commencer l'année 1752. |
| Au 1er mars... | En France, vers l'année 755. |
| Au 25 mars... | En Angleterre jusqu'à l'année 1752. |
| A Pâques..... | Usage commun en France sous les rois capétiens, presque général au XIIe et au XIIIe siècle. |

Le même acte législatif qui, en Angleterre, substitua le calendrier grégorien au calendrier julien, réduisit de près d'un quart la longueur de l'année 1751. L'année 1751, comme les années précédentes, avait commencé, en Angleterre, le 25 mars. C'était donc à partir du 25 mars qu'on aurait dû changer le millésime; on le changea plus tôt afin de se trouver d'accord avec les nations du continent. L'année anglaise 1751 ne s'acheva pas; dès le 1er janvier 1751, on compta 1752 : l'année 1751 perdit ainsi son mois de janvier, son mois de février tout entiers, et les vingt-quatre premiers jours de mars. Ceci fait comprendre comment lord Chesterfield, le promoteur du bill, faillit devenir victime de la colère du peuple; pourquoi on le poursuivait partout aux cris répétés de : *rendez-nous nos trois mois.* On se serait peut-être résigné à perdre les 11 jours qui furent supprimés en sep-

sait réellement par le plan de l'équateur. Il y aurait c eu, dans ce cas, doute d'un jour entier sur le com-cement de l'année.

Delambre a fait la remarque que, d'après les Tables nues, on n'aurait pu décider quel jour commencerait née 144 de l'ère républicaine.

Les fondateurs du calendrier républicain, en faisant endre le commencement de l'année d'un calcul relatif méridien de Paris, devaient, par cela seul, être cer-s, pour peu qu'ils connussent le cœur humain et les iments invétérés de nationalité, que leur calendrier erait pas généralement adopté.

N'avaient-ils pas devant les yeux les difficultés insur-ntables qu'on a rencontrées lorsque, dans l'intérêt de cience, il a été question d'amener les divers peuples ompter les longitudes terrestres à partir du même idien?

## CHAPITRE XXIII

### OLYMPIADES ET LUSTRES

Les Grecs ont divisé le temps en périodes intermédiai-entre l'année et le siècle; ils appelaient *olympiade* la nion de quatre années, soit qu'il y eût ou qu'il eût pas dans le nombre une année embolismique ou rcalaire.

Les Romains comptaient très-anciennement par lustres. lustre, d'après une discussion savante des textes, due aunou, semble avoir désigné d'abord une réunion de tre années comme les olympiades; ce n'est que plus

mode que le premier jour de l'année fût aussi un premier de mois, et le 1er janvier l'emporta sur le 25 décembre en France, en Espagne, en Italie, en Allemagne, en Angleterre, en Amérique, etc.

## CHAPITRE XXII

### COMMENCEMENT DE L'ANNÉE DANS LE CALENDRIER RÉPUBLICAIN

Suivant le calendrier républicain adopté en 1793, le commencement de l'année devait peu s'éloigner de l'anniversaire de la proclamation de la République. L'équinoxe d'automne arrive dans l'une des vingt-quatre heures d'un certain jour; ce jour commençant à minuit fut regardé comme le 1er vendémiaire ou le premier jour de l'année républicaine.

Les astronomes eussent déterminé l'instant de ce phénomène en se servant des meilleures Tables; c'est en vertu de cette détermination qu'un décret spécial aurait fixé le commencement de l'année.

Pour les années où l'on devait compter un sixième jour complémentaire, ce commencement n'était donc pas donné d'avance. En 1806, époque où l'on renonça au calendrier républicain pour revenir à celui de Jules César modifié par Grégoire XIII, on fit justement remarquer que si l'équinoxe d'automne arrivait très-près du minuit de Paris, les calculateurs consciencieux, prenant en considération les petites incertitudes que les meilleures Tables comportent, n'auraient pu décider si c'était avant ou après cet instant que le Soleil, allant du nord au midi,

me date de l'année julienne, ce qui amène de petites érences dans les résultats. Les papes, depuis Gré-e VII, ont fait commencer cette période au 1er jan- de l'année 313, et les dates qui se rapportent à cette position portent le nom d'*indiction romaine*. Jusqu'à in de 1842 il s'est écoulé 102 cycles de 15 ans; 03e a commencé en 1843 pour finir avec 1857.

## CHAPITRE XXV

### SIÈCLE

e siècle est la plus grande somme d'années dont le lic, les astronomes et les chronologistes soient géné-ment convenus de faire usage dans la division du ps.

e mot *siècle* n'a pas toujours eu la même significa-. Chez les Romains, on distinguait les siècles natu- en rapport avec la vie humaine et les siècles civils. premiers ont été portés par divers écrivains à 25 ans, ans, 112 et 116 ans.

line appelle siècle une période de 30 ans.

uant aux siècles civils, ils n'ont pas la même étendue s tous les auteurs : Horace les évalue à 110 ans.

laintenant, d'un consentement unanime, siècle signifie période de 100 ans.

## CHAPITRE XXVI

### DES ÈRES

Quoique le choix des ères ait rarement été dicté par des considérations empruntées à l'astronomie, je donnerai ici quelques détails sur ce sujet, parce que le mot *ère* figure inévitablement dans tous les calendriers.

L'étymologie du mot *ère* est fort controversée. Les uns le font dériver du grec, d'autres du latin. Il en est qui trouvent sa racine dans la langue arabe. Enfin on a été jusqu'à ne voir dans ère (qui s'écrivait aussi *œra*) que les quatre initiales de la formule *ab exordio regni Augusti*, en abrégé A. E. R. A.

## CHAPITRE XXVII

### ÈRE DU MONDE

L'idée d'établir une ère qui coïncidât avec la naissance du monde et qui dispensât de recourir, pour les événements très-anciens, à des périodes ascendantes, était fort naturelle. Elle naquit au sein de l'église chrétienne, sinon dans les temps apostoliques, du moins à une date assez reculée. Malheureusement, le texte hébreu de la Bible, le texte samaritain et la version grecque des Septante, offrent des variantes. De là des différences très-notables entre les supputations, ou, si l'on veut, entre les conceptions imaginaires de ceux qui se sont occupés de la fixation de cette ère mondaine.

enez Jules Africain, et l'ère du monde, dite *Alexan-*
, remontera, à partir de l'ère chrétienne, à l'an..... 5500
nsultez l'auteur de l'ère dite *d'Antioche*, le moine Pano-
et il fixera le commencement du monde à..... 5493
re mondaine des Grecs, dite *de Constantinople*, cor-
nd à..... 5509
liger, par une discussion particulière des textes, trou-
..... 3950
père Pezron..... 5873
ner (dit Usserius) trouva..... 4004

e dernier nombre est celui qu'ont adopté Bossuet et
in [1].

ous ne pousserons pas plus loin ce tableau, dans le-
nous pourrions inscrire jusqu'à deux cents manières
rentes de compter par ans du monde.

## CHAPITRE XXVIII

### ÈRE OLYMPIQUE OU DES OLYMPIADES

'ère la plus généralement adoptée des olympiades
onte à l'an 776 avant la naissance de Jésus-Christ.
t l'année où Corœbus fut vainqueur aux jeux olympi-
, jeux établis, disait-on, par Hercule, et depuis long-
os interrompus. De la reprise des jeux, en 776, data
cription solennelle du nom des vainqueurs sur des
stres officiels [2].

a première olympiade commença 775 ans 1/2 avant

L'historien juif Josèphe donnait aux temps antérieurs à notre
une durée de 4,163 ans. D'autres historiens juifs firent remon-
ère du monde jusqu'à 6,524 ans avant l'ère chrétienne.

Le *Corœbus* dont il est question ici obtint le prix de la course.
t un cuisinier.

Jésus-Christ; on a le millésime d'une année quelconque des olympiades en ajoutant 776 ans au millésime de l'année grégorienne; l'année d'une olympiade commence en juillet.

## CHAPITRE XXIX

### ÈRE DE LA FONDATION DE ROME

Cette ère n'a pas besoin de définition. Adoptant l'opinion de Varron, sur un événement dont la date était, de sa nature, très-incertaine, les modernes se sont assez généralement accordés à admettre que Rome existait depuis 753 ans lorsque Jésus-Christ naquit. Notre ère commença donc avec la 754e année de Rome. Il faut ajouter 753 ans à l'année grégorienne pour avoir le millésime de l'année datant de la fondation de Rome.

## CHAPITRE XXX

### ÈRE DE NABONASSAR

L'ère de Nabonassar s'ouvrit 747 ans avant la naissance de Jésus-Christ.

On ne peut pas dire, avec certitude, que cette ère ait été instituée pour marquer la date de quelque événement important, au point de vue social, politique ou militaire. Rien ne prouve que la fondation du royaume de Babylone, avec un des débris de l'empire des Assyriens, après la mort de Sardanapale, doive être attribuée à Nabonassar; rien n'établit que ce prince doive être considéré

ıe le chef, comme le premier d'une nouvelle dynas-
·ien ne constate qu'on lui ait dû l'introduction en
lée de l'année égyptienne. Nabonassar fut un souve-
ɔbscur. Les astronomes anciens, et Ptolémée en par-
er, ont fait sa gloire en prenant l'ère qui porte son
pour point de départ de leurs calculs. On obtient la
spondance d'une année grégorienne avec une année
ıt de l'ère de Nabonassar en ajoutant 747 au millé-
de notre année.

## CHAPITRE XXXI

### ÈRE CHRÉTIENNE

ndant plus de cinq siècles les chrétiens n'eurent
d'ère particulière. L'ère chrétienne fut proposée,
la première fois, en 532, par un moine de l'Église
ine, né en Scythie, et nommé, à cause de sa très-
taille, Denys le Petit.
nys supposa que Jésus-Christ était venu au monde
décembre de l'an de Rome 753. L'année suivante,
ée 754 de Rome, devint la première de l'ère dio-
nne. Cette première année, même dans les idées de
s, n'était donc pas celle de la naissance de Jésus-
t. Son commencement était postérieur à la date de
issance de 7 jours.

## CHAPITRE XXXII

### ÈRE MAHOMÉTANE OU DE L'HÉGIRE

L'*hégire* correspond à l'an 622 de l'ère chrétienne.

Le mot *hégire* signifie *fuite*. C'est, en effet, du 16 juillet 622, époque à laquelle Mahomet s'enfuit de la Mecque pour se réfugier à Médine, que date l'ère musulmane. Il peut paraître, au premier abord, extraordinaire qu'on ait choisi cette circonstance comme le point culminant de la vie du prophète; mais, ainsi que le remarque Voltaire, Mahomet ne fut jamais plus grand qu'à l'époque où, fugitif la veille, il devint le lendemain conquérant.

L'année mahométane étant entièrement fondée sur le mouvement de la Lune, on ne peut exprimer une époque en années de l'hégire qu'à l'aide de calculs assez compliqués qu'on a cherché à faciliter à l'aide de tables construites à cet effet.

## CHAPITRE XXXIII

### ÈRE DU CALENDRIER RÉPUBLICAIN

Les créateurs du nouveau calendrier qui a été en usage en France pendant treize années prirent pour ère le 22 septembre 1792, date de la fondation de la République.

## CHAPITRE XXXIV

### FÊTES MOBILES DU CALENDRIER ECCLÉSIASTIQUE CHRÉTIEN — FÊTE DE PAQUES

On donne le nom de computistes à ceux qui s'occupent calculs relatifs au calendrier ecclésiastique.

Les fêtes religieuses principales sont réglées sur les uvements de la Lune et par conséquent elles ne corres- dent pas chaque année aux mêmes dates, elles sont biles.

La Résurrection avait suivi de près l'équinoxe; on lut donc célébrer Pâques vers l'époque où ce phéno- ne astronomique arrive.

La Résurrection suivit une pleine Lune; il parut alors venable de faire intervenir la marche de notre satel- dans la fixation du jour de Pâques.

Voici comment la fête de Pâques se détermine pour année quelconque. On suppose que, dans toutes les ées, l'équinoxe arrive le 21 mars. On cherche quel r, après l'équinoxe, la première pleine Lune a lieu: dimanche de Pâques est celui qui suit immédiatement e pleine Lune. Il résulte de là que Pâques ne peut pas river plus tôt que le 22 mars, car la règle dit que ce le premier dimanche après la pleine Lune, si cette ne Lune arrive le 21 ou après le 21 mars.

L'autre limite, ou la date la plus tardive où l'on puisse ébrer cette même fête, est le 25 avril. En effet, si la ne Lune tombe le 20 mars, ce ne sera pas la Lune cale, cette pleine Lune arrivera le 18 avril; et si c'est

un dimanche, ce ne sera que le dimanche suivant 25 avril, que Pâques pourra être célébré. La fête de Pâques a été célébrée le 22 mars, en 1598, 1693, 1761, 1818, et le sera en 2285. Elle a été célébrée le 25 avril, en 1666, 1734, et elle reviendra à cette même date en 1886, 1943, 2038, 2190, etc.

Du 22 mars au 25 avril, ces deux termes compris, il y a 35 jours. Pâques peut donc occuper trente-cinq places différentes.

Les fêtes mobiles, telles que l'Ascension, la Pentecôte, la Trinité, la Fête-Dieu, etc., celles dont les positions dans l'année sont toujours séparées par un nombre déterminé de jours de la fête de Pâques, peuvent varier dans les mêmes limites de 35 jours.

Lorsque, pour la première fois, on adopta la règle d'après laquelle on fixe le jour de Pâques, on avait, sur le mouvement de la Lune et du Soleil, des idées que les observations n'ont pas confirmées; néanmoins, on détermine la Lune pascale d'après ces idées préconçues, en se servant de périodes que nous indiquerons plus tard, réglées sur le nombre d'or, les épactes, etc.

Cette Lune pascale, cette Lune conventionnelle, peut arriver à son plein un jour ou deux avant ou après la Lune vraie ou la Lune moyenne astronomique. De là, de fréquentes réclamations du public. Il ne sait pas généralement que Pâques se règle sur une Lune fictive, imaginaire, et non sur la Lune réelle ; il accuse d'ignorance, ou tout au moins d'inattention, les astronomes qui, d'après le témoignage de ses yeux, l'induisent maladroitement à célébrer Pâques un mois trop tard. Cependant les astro-

nes ne sont pour rien dans ces erreurs-ou plutôt dans irrégularités.

Ainsi, en 1798, Pâques aurait dû être célébré, d'après marche réelle de la Lune, le dimanche 1er avril; il le fut que le dimanche d'après. Citons un second mple : en se réglant sur la Lune visible en 1818, la de Pâques aurait dû être célébrée le 29 mars; elle le le 22, en prenant pour régulateur la Lune fictive.

On se demande souvent s'il n'eût pas été plus naturel prendre pour guide la Lune vraie au lieu de la Lune yenne.

Examinons cette question. Le temps théorique où la ne vraie est nouvelle dépend des Tables astronomiques ployées qui vont sans cesse en se perfectionnant; le ltat annoncé sur certaines Tables eût été démenti par Tables nouvelles; l'époque de la célébration de ues n'aurait pas ainsi été déterminée à l'avance avec itude. Cet inconvénient légitime complètement le x qu'on a fait d'une Lune moyenne appelée Lune ésiastique, pour régler la fête de Pâques.

ces raisons péremptoires, nous en ajouterons une e qui n'a pas à nos yeux la même valeur. Suivant ius, il n'eût pas été permis de fixer la célébration de te de Pâques d'après la Lune réelle, car, dit-il, cette aurait eu lieu en même temps que la Pâque des Juifs, ui eût été indécent.

es complications sans nombre qu'on remarque dans lendrier ecclésiastique tiennent à ce qu'on n'a pas u s'en rapporter exclusivement à l'année solaire. endant (Clavius lui-même le reconnaît) l'Église aurait

eu le droit en 1582 d'ôter au jour de Pâques le caractère de fête mobile, et de le fixer invariablement, par exemple, au premier dimanche d'avril.

Il ne peut être de notre sujet d'indiquer ici les formules à l'aide desquelles Gauss, par exemple, a donné les moyens de déterminer le jour où, en se conformant aux règles prescrites par l'Église, on devra célébrer la fête de Pâques. Ces calculs ont déjà été effectués avec certitude pour un très-grand nombre d'années; les répéter, n'aurait donc d'autre objet que de satisfaire la curiosité du calculateur.

## CHAPITRE XXXV

### USAGE DES NOMBRES D'OR POUR FIXER LES DATES DES FÊTES DE L'ÉGLISE

Nous avons déjà fait connaître en son lieu (chap. XIII, p. 673), le rapport simple que Méton avait cru pouvoir établir entre la durée de l'année astronomique et celle des lunaisons. Nous avons vu que, suivant lui, 19 années astronomiques formaient un nombre de jours égal à celui qui compose 235 mois lunaires synodiques, en sorte qu'après une révolution de 19 années, des phases quelconques de la Lune devaient se reproduire aux mêmes jours de l'année solaire, aux jours de même dénomination.

Supposez que, d'après Méton, on partage le temps en périodes successives de 19 ans chacune, et que la pleine Lune, dans une de ses périodes, soit arrivée, par exemple, le 3 mars de la cinquième année, ce sera le 3 mars de la cinquième année de toutes les périodes suivantes qu'il

a encore pleine Lune ; il en sera de même de toutes
utres phases. Il suffira donc d'avoir observé ces
s dans une première période de 19 ans pour être en
re de les prédire dans les autres périodes de la même
qui suivent la première à un intervalle quelconque.
s nombres de la première période et les nombres
spondants de toutes les autres s'appellent les nom-
d'or.
s nombres d'or varient donc de 1 à 19 inclusivement.
st à l'aide des nombres d'or et des observations de
ne faites dans une première période de 19 ans,
ant le concile de Nicée on déterminait pour une
quelconque les phases lunaires. On était convenu
ire correspondre le premier jour de la première
d'une période de 19 ans ou de Méton à une nou-
Lune. Les périodes sur lesquelles l'Église a établi
lculs ne sont pas la continuation des périodes em-
es antérieurement ; il y a entre les deux séries une
e.

## CHAPITRE XXXVI

### ÉPACTES — COMPUT ECCLÉSIASTIQUE

mot épacte vient d'un mot grec qui signifie nombre
onnel ; il a la même racine que le mot épagomène.
'époque du concile de Nicée on imagina, pour cal-
les nouvelles Lunes et conséquemment les pleines
s, dont les dates fixent celles de la célébration des
de Pâques, un procédé particulier. Ce procédé
ge pas de recourir à des observations antérieures

de cet astre, comme celui de Méton ou des nombres d'or ; on l'a appelé méthode des épactes.

Si l'on connaît l'âge de la Lune le premier jour d'une année, on peut facilement déterminer tous les jours de cette même année où la Lune sera nouvelle ou pleine. Pour l'usage du calendrier ecclésiastique, il suffit donc de trouver l'âge de la Lune le 1er janvier de chaque année ; c'est cet âge qu'on appelle l'épacte.

Voici comment le concile de Nicée régla la succession des épactes :

Si la Lune a été nouvelle à minuit le 1er jour de l'année, elle le sera encore le 355e jour de cette même année, puisque 12 lunaisons se composent de 354 jours ; et, si l'année est commune, la Lune aura 11 jours quand la nouvelle année commencera. Ce nombre 11 sera l'épacte de la seconde année ; ce nombre 11 servira à déterminer toutes les nouvelles Lunes de cette année-là.

Puisque 354 jours constituent 12 lunaisons, au 355e jour de la seconde année l'âge de la Lune sera de 11 jours : 11 jours plus tard, ou au commencement de la troisième, l'âge de la Lune sera 22 ; 22 sera donc l'épacte de la troisième année.

Au 355e jour de la troisième année l'âge de la Lune sera encore 22 ; 11 jours plus tard, ou au commencement de la quatrième, l'âge de la Lune aura atteint 33, ce qui veut dire qu'on a compté une treizième lunaison dans l'année précédente, et que 3 est l'épacte de la quatrième année. En ajoutant ainsi toujours 11 jours à l'épacte d'une année, et retranchant 30 lorsque la somme dépasse ce nombre, on obtient l'épacte de l'année sui-

e. Ainsi la série des épactes correspondantes à une de 19 années, ou au cycle de Méton, est :

| Nombres d'or. | Épactes. |
|---|---|
| 1 | * |
| 2 | XI |
| 3 | XXII |
| 4 | III |
| 5 | XIV |
| 6 | XXV |
| 7 | VI |
| 8 | XVII |
| 9 | XXVIII |
| 10 | IX |
| 11 | XX |
| 12 | I |
| 13 | XII |
| 14 | XXIII |
| 15 | IV |
| 16 | XV |
| 17 | XXVI |
| 18 | VII |
| 19 | XVIII |

me on vient de prendre pour le premier jour de la nière année d'un des cycles de Méton, celui où arri- une nouvelle Lune, il s'ensuit que dans le passage de ix-neuvième épacte d'un cycle à la première épacte ycle suivant, au lieu d'ajouter **11** on ajoute **12** ; cette tion corrige à peu près ce qu'il y a d'erroné dans la ble supposition que **12** lunaisons font exactement jours et dans celle que l'année est de **365**.

n voit, par les détails précédents, qu'il y a une liai- nécessaire entre l'épacte et le nombre d'or, et que de ces éléments du comput ecclésiastique étant é, on peut immédiatement trouver l'autre. Si le

nombre d'or est 4, l'épacte sera celle qui correspond à la quatrième année, ou 3; si l'épacte est 9, comme cette épacte correspond à la dixième année, le nombre d'or sera 10.

Le cours régulier des épactes s'est trouvé modifié par les années intercalaires du calendrier julien ou du calendrier grégorien.

Lorsque le pape Grégoire XIII établit la réforme qui porte son nom, il ne s'éloigna jamais, sans une nécessité absolue, de ce qui avait été établi en 325 au concile de Nicée. C'est ainsi qu'il conserva les règles prescrites alors, et que nous venons de faire connaître, pour trouver au commencement de chaque année solaire le moment de la nouvelle Lune moyenne, par conséquent le moment de la pleine Lune qui se déduit du premier, et, par suite, celui de la fête de Pâques. Il faut remarquer que les épactes ecclésiastiques donnant les nouvelles Lunes moyennes, peuvent différer d'un jour, de deux jours, des calculs astronomiques relatifs aux phases de la Lune vraie.

## CHAPITRE XXXVII

### LETTRES DOMINICALES — CALENDRIERS PERPÉTUELS

On a de très-bonne heure joint aux livres d'église ou de prières un calendrier perpétuel : on appelle ainsi un calendrier qui peut servir toutes les années. Il se compose de colonnes verticales dans lesquelles figurent les jours de chaque mois par leur rang : 1, 2, 3, 4, etc. Dans une colonne à droite se trouvent inscrites les fêtes fixes, les

qui se célèbrent à des dates déterminées. Il était cile de ne pas placer dans ce calendrier les jours de la aine correspondants aux jours du mois, et faisant con- re à quelle époque le dimanche, fête mobile, devait célébré ; mais l'année de 365 jours est égale à emaines, ou 7 fois 52 plus 1; par conséquent, dans urée d'une année il s'écoule 52 semaines, et 1 jour urplus. Si une année a commencé par un dimanche, 55e jour sera donc aussi un dimanche, et l'année sui- e commencera par un lundi ; la troisième année com- cera par un mardi, et ainsi de suite. Supposons donc gauche de la colonne verticale des nombres, on eût é les noms correspondants de la semaine pour une ée déterminée, ces indications n'auraient pu servir née d'après ; il aurait fallu les effacer et les rempla- ar de nouveaux noms. Si dimanche avait été le nom rit en face du 1er janvier une année, l'année suivante ot lundi aurait remplacé le mot dimanche, et ainsi uite.

'est uniquement pour éviter ces substitutions de noms autres noms, qui eussent ôté à ces tableaux le carac- qui doit appartenir à tous ceux dont se compose un ndrier perpétuel ; c'est pour obvier aux maculatures fin qui seraient résultées de ces écritures renou- es chaque année sur une feuille imprimée, qu'on a giné le système des lettres dominicales. Ce système ucun rapport avec les théories astronomiques : le but quin indiqué plus haut l'a seul fait imaginer. A l'imi- n de ce que l'on trouve dans les plus anciens calen- s perpétuels romains pour la détermination des *nun-*

*dinales*, ou jours de foire, on se décida à désigner les jours par la série des sept premières lettres de l'alphabet, lesquelles, du 1er janvier au 31 décembre, se reproduisent toujours dans le même ordre.

La lettre A désigne *invariablement* le premier jour de l'année, le 1er janvier : sans cela on serait tombé dans l'inconvénient qu'il fallait éviter ; le calendrier n'eût pas été *perpétuel*. La lettre B correspond au second jour ; la lettre C au troisième, et ainsi de suite jusqu'à la lettre G, qui se trouve vis-à-vis du septième jour. Parvenue à ce terme, la série recommence par la lettre A qu'on place en face du quantième 8 janvier, par la lettre B qui correspond au 9, etc.

Supposons qu'une année commence par un dimanche : la lettre A sera la dominicale de cette année ; partout où l'on verra la lettre A, le quantième correspondant sera donc un dimanche : mais nous avons vu que si une année commence par un dimanche, elle finira aussi par ce même jour.

Le 1er janvier de l'année suivante sera un lundi ; la lettre A dans le tableau invariable correspondra donc à un lundi. Dans l'ordre alphabétique A, B, C, D, E, F, G, on trouvera G pour le dimanche ; G représentera donc la lettre dominicale de la seconde année : partout où dans le calendrier perpétuel on verra la lettre G, le quantième correspondant sera un dimanche. La seconde année ayant commencé par un lundi, finira par un jour de même dénomination, la troisième année commencera par un mardi ; la lettre A, affectée invariablement au premier jour de janvier, correspondra donc à mardi. Ainsi ce sera

ours après qu'on trouvera le dimanche ; pour assi-
a dominicale, il faudra compter cinq lettres à partir
ce qui conduira à la lettre F, qui deviendra ainsi
ninicale de la troisième année. Les lettres A, B,
E, F, G, sont ainsi affectées dans l'ordre inverse
E, D, C, B, A, aux dominicales des années suc-
es. Après sept ans révolus, ou au commencement
huitième année, la lettre A redeviendra dominicale,
t se reproduira dans le même ordre. On doit remar-
que ces raisonnements, ces calculs, reposent sur
ıthèse que la longueur de l'année est de 365 jours,
surpasse que d'un seul jour 52 semaines; mais les
s bissextiles, ou de 366 jours, excèdent de deux
les 52 semaines. Cet excès doit déranger l'ordre des
ı affectées aux divers quantièmes des mois dans les
lriers perpétuels; ainsi le 366e jour étant placé après
février, ce jour intercalaire, ou 29 février, usurpe la
qui sans cela aurait été devant le 1er mars. Les années
tiles comptent donc deux lettres dominicales, l'une
ençant en janvier et finissant en février, l'autre pour
et les mois suivants jusqu'à la fin de décembre.
st pour venir en aide aux personnes qui veulent se
des calendriers perpétuels annexés aux livres
se que chaque année l'*Annuaire du bureau des lon-*
*s* continue à donner les lettres dominicales. Voici le
lrier perpétuel grégorien des épactes et des lettres
ıicales pour trouver les nouvelles lunes, les jours de
naine et la fête de Pâques dont les autres fêtes
es sont séparées par un nombre de jours déterminé.

| Jours du mois. | JANVIER | | FÉVRIER | | MARS | | AVRIL | | MAI | | JUIN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES |
| 1 | A | * | D | XXIX | D | * | G | XXIX | B | XXVIII | E | XXVII |
| 2 | B | XXIX | E | XXVIII | E | XXIX | A | XXVIII | C | XXVII | F | XXVI |
| 3 | C | XXVIII | F | XXVII | F | XXVIII | B | XXVII | D | XXVI | G | XXV.XXIV |
| 4 | D | XXVII | G | XXVI | G | XXVII | C | XXVI | E | XXV | A | XXIII |
| 5 | E | XXVI | A | XXV.XXIV | A | XXVI | D | XXV.XXIV | F | XXIV | B | XXII |
| 6 | F | XXV | B | XXIII | B | XXV | E | XXIII | G | XXIII | C | XXI |
| 7 | G | XXIV | C | XXII | C | XXIV | F | XXII | A | XXII | D | XX |
| 8 | A | XXIII | D | XXI | D | XXIII | G | XXI | B | XXI | E | XIX |
| 9 | B | XXII | E | XX | E | XXII | A | XX | C | XX | F | XVIII |
| 10 | C | XXI | F | XIX | F | XXI | B | XIX | D | XIX | G | XVII |
| 11 | D | XX | G | XVIII | G | XX | C | XVIII | E | XVIII | A | XVI |
| 12 | E | XIX | A | XVII | A | XIX | D | XVII | F | XVII | B | XV |
| 13 | F | XVIII | B | XVI | B | XVIII | E | XVI | G | XVI | C | XIV |
| 14 | G | XVII | C | XV | C | XVII | F | XV | A | XV | D | XIII |
| 15 | A | XVI | D | XIV | D | XVI | G | XIV | B | XIV | E | XII |
| 16 | B | XV | E | XIII | E | XV | A | XIII | C | XIII | F | XI |
| 17 | C | XIV | F | XII | F | XIV | B | XII | D | XII | G | X |
| 18 | D | XIII | G | XI | G | XIII | C | XI | E | XI | A | IX |
| 19 | E | XII | A | X | A | XII | D | X | F | X | B | VIII |
| 20 | F | XI | B | IX | B | XI | E | IX | G | IX | C | VII |
| 21 | G | X | C | VIII | C | X | F | VIII | A | VIII | D | VI |
| 22 | A | IX | D | VII | D | IX | G | VII | B | VII | E | V |
| 23 | B | VIII | E | VI | E | VIII | A | VI | C | VI | F | IV |
| 24 | C | VII | F | V | F | VII | B | V | D | V | G | III |
| 25 | D | VI | G | IV | G | VI | C | IV | E | IV | A | II |
| 26 | E | V | A | III | A | V | D | III | F | III | B | I |
| 27 | F | IV | B | II | B | IV | E | II | G | II | C | * |
| 28 | G | III | C | I | C | III | F | I | A | I | D | XXIX |
| 29 | A | II | | | D | II | G | * | B | * | E | XXVIII |
| 30 | B | I | | | E | I | A | XXIX | C | XXIX | F | XXVII |
| 31 | C | * | | | F | * | | | D | XXVIII | | |

| Jours du mois. | JUILLET | | AOUT | | SEPTEMBRE | | OCTOBRE | | NOVEMBRE | | DÉCEMBRE | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES | Let. dom. | ÉPACTES |
| 1 | G | XXVI | C | XXV.XXIV | F | XXIII | A | XXII | D | XXI | F | XX |
| 2 | A | XXV | D | XXIII | G | XXII | B | XXI | E | XX | G | XIX |
| 3 | B | XXIV | E | XXII | A | XXI | C | XX | F | XIX | A | XVIII |
| 4 | C | XXIII | F | XXI | B | XX | D | XIX | G | XVIII | B | XVII |
| 5 | D | XXII | G | XX | C | XIX | E | XVIII | A | XVII | C | XVI |
| 6 | E | XXI | A | XIX | D | XVIII | F | XVII | B | XVI | D | XV |
| 7 | F | XX | B | XVIII | E | XVII | G | XVI | C | XV | E | XIV |
| 8 | G | XIX | C | XVII | F | XVI | A | XV | D | XIV | F | XIII |
| 9 | A | XVIII | D | XVI | G | XV | B | XIV | E | XIII | G | XII |
| 10 | B | XVII | E | XV | A | XIV | C | XIII | F | XII | A | XI |
| 11 | C | XVI | F | XIV | B | XIII | D | XII | G | XI | B | X |
| 12 | D | XV | G | XIII | C | XII | E | XI | A | X | C | IX |
| 13 | E | XIV | A | XII | D | XI | F | X | B | IX | D | VIII |
| 14 | F | XIII | B | XI | E | X | G | IX | C | VIII | E | VII |
| 15 | G | XII | C | X | F | IX | A | VIII | D | VII | F | VI |
| 16 | A | XI | D | IX | G | VIII | B | VII | E | VI | G | V |
| 17 | B | X | E | VIII | A | VII | C | VI | F | V | A | IV |
| 18 | C | IX | F | VII | B | VI | D | V | G | IV | B | III |
| 19 | D | VIII | G | VI | C | V | E | IV | A | III | C | II |
| 20 | E | VII | A | V | D | IV | F | III | B | II | D | I |
| 21 | F | VI | B | IV | E | III | G | II | C | I | E | * |
| 22 | G | V | C | III | F | II | A | I | D | * | F | XXIX |
| 23 | A | IV | D | II | G | I | B | * | E | XXIX | G | XXVIII |
| 24 | B | III | E | I | A | * | C | XXIX | F | XXVIII | A | XXVII |
| 25 | C | II | F | * | B | XXIX | D | XXVIII | G | XXVII | B | XXVI |
| 26 | D | I | G | XXIX | C | XXVIII | E | XXVII | A | XXVI | C | XXV |
| 27 | E | * | A | XXVIII | D | XXVII | F | XXVI | B | XXV.XXIV | D | XXIV |
| 28 | F | XXIX | B | XXVII | E | XXVI | G | XXV | C | XXIII | E | XXIII |
| 29 | G | XXVIII | C | XXVI | F | XXV.XXIV | A | XXIV | D | XXII | F | XXII |
| 30 | A | XXVII | D | XXV | G | XXIII | B | XXIII | E | XXI | G | XXI |
| 31 | B | XXVI | E | XXIV | | | C | XXII | | | A | XX |

## CHAPITRE XXXVIII

### CALCUL DES LETTRES DOMINICALES — CYCLE SOLAIRE

Les chronologistes et quelques astronomes se sont occupés de déterminer directement la lettre dominicale pour une année quelconque.

En se rappelant que la première année de l'ère chrétienne commença par un samedi; que cette année, la lettre A indiqua le samedi; que B fut conséquemment la dominicale de l'an 1, A celle de l'an 2, G celle de l'an 3, etc., toujours en rétrogradant, on arrive facilement à la formule désirée. Cette formule se complique un peu quand le calcul porte sur les années postérieures à 1582, époque de la réforme grégorienne.

Si les années eussent été invariablement de 365 jours, les lettres dominicales, en rétrogradant tous les ans d'un rang, se seraient reproduites, comme nous l'avons dit plus haut, tous les sept ans dans le même ordre.

Mais, dans le calendrier julien, il y a tous les quatre ans une année de 366 jours. Le 366e jour intercalaire change les combinaisons numériques qui se rapportaient à l'année vague. Ce n'est qu'après une période de vingt-huit ans que les jours de la semaine correspondront dans le même ordre aux jours des mois. Cette période est celle qu'on a nommée très-improprement le *cycle solaire*.

Le rang d'une année dans un cycle solaire étant donné, on avait sa lettre dominicale en prenant celle de l'année de même rang dans le tableau des vingt-huit années d'un cycle précédent quelconque.

)ans le calendrier grégorien, la durée de la période
rrente d'intercalation étant de 400 ans, c'est après
0 ans que le cycle des lettres dominicales se trouverait
plet. Une aussi longue période ne peut pas avoir
ilité.

Les calendriers perpétuels étant maintenant peu usi-
il serait superflu de donner ici de plus grands détails
sujet. Je n'ai même écrit ce qui précède que pour
e connaître la signification du chiffre inscrit en regard
terme *cycle solaire*, inséré, par suite d'une habitude
eine justifiable, dans l'*Annuaire du bureau des longi-
es*.

## CHAPITRE XXXIX

### FÊTES MUSULMANES

La religion de Mahomet présente comme la religion du
ist un certain nombre d'anniversaires qui sont fêtés
les fidèles. Le calendrier étant réglé sur les mouve-
ts de la Lune ainsi que les fêtes religieuses, il n'y a
une difficulté à fixer ces dernières.

Le 1er *moharrem* est le 1er jour de l'an.

Les dix premiers jours de ce mois sont, surtout dans
pays chiïtes (sectateurs d'Ali), c'est-à-dire en Méso-
mie, en Perse et dans l'Inde, consacrés à la mémoire
Hussein fils d'Ali, assassiné à Kerbelah, le 10 de ce
s. Ce jour s'appelle *achourà*, et est un jour de jeûne.

e 29 *sefer* est l'anniversaire de la mort du Prophète.

e 12 *rabi' el awal* est le jour de sa naissance : on l'ap-
e *manloud*, naissance.

Le 20 *djemadzi el awal* est l'anniversaire de la prise de Constantinople.

Le 29 *redjeb* Mahomet monta au ciel sur son âne Boraq.

Le 15 *cha'aban* le Coran tomba en entier du ciel.

Le mois de *ramadan* est le mois du jeûne; à partir de la première prière, deux heures avant le lever du Soleil, jusqu'au coucher, on s'abstient de boire, de manger, de fumer et de toute autre jouissance. Le 27 du mois tombe *la nuit de la puissance* (*leil ul kadr*), dans laquelle le Coran commença à tomber du ciel.

Le jeûne finit le 1er *chawâl*, et cette fin de l'abstention est célébrée par des fêtes pendant trois jours, nommées *Beiram* (mot persan signifiant *fête*).

Mais la fête la plus sacrée est le *Korban Beiram*, ou *fête du sacrifice*, le 10 de *dzou 'lhadjeh*, jour auquel on sacrifie et prêche dans la vallée de *Mina*, près de la Mecque. C'est pour cette fête que les fidèles entreprennent le pèlerinage à la ville sainte.

## CHAPITRE XL

### FÊTES JUIVES

Les Hébreux avant leur sortie d'Égypte commençaient, selon Daunou, l'année vers l'équinoxe d'automne; échappés de l'Égypte vers l'équinoxe du printemps, au mois hébraïque *nisan*, ils en firent le commencement de leur année religieuse, en continuant de partir, pour les affaires civiles, du mois thisri, qui répondait à peu près

mois égyptien thoth, autant qu'un mois lunaire peut cider avec un mois solaire.

es trois principales fêtes des Juifs, la Pâque, la Pen-te et les Tabernacles, ont été instituées pour perpétuer souvenirs de la sortie d'Égypte, de la publication de la t de l'établissement dans la terre promise. Le premier de la Pâque doit se rapprocher de l'équinoxe du temps, ne le précéder jamais, ne jamais coïncider c un des trois jours que nous appelons dimanche, credi ou vendredi, et en outre tomber toujours le nisan. Les mois lunaires alternatifs de 29 et de 30 s devant ramener nécessairement le 1er nisan à une que telle que le 15 arrive avant l'équinoxe du prin-ps, on recule ou avance le commencement de née à l'aide du mois intercalaire. La fête de la Pente-, qui tombe constamment 50 jours après le premier de la Pâque, exige les prémices de la moisson du nent. La fête des Tabernacles, fixée au 15 thisri, ve après la vendange et la récolte des olives. On prend combien de telles exigences ont dû apporter complication dans le calendrier juif, qui compte, outre trois fêtes dont nous venons de parler, d'abord tous sabbats ou septièmes jours, puis au 17 thamus, un ne à cause de la prise de Jérusalem; au 2 thisri, fête des Trompettes; au 25 casleu, celle des Lu-res, etc.

## CHAPITRE XLI

### ARRIVERA-T-IL UN TEMPS OU LES JOURS SERONT ÉGAUX ENTRE EUX, ET JOUIRONT DE LA MÊME TEMPÉRATURE TOUTE L'ANNÉE?

L'année, comme nous l'avons vu (liv. XXXII, chap. XII, p. 565), a été partagée en quatre saisons; le printemps est l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'équinoxe de la fin de mars et le solstice d'été; l'été est le temps qui s'écoule entre ce solstice et l'équinoxe d'automne; l'automne se compose du nombre de jours dont le Soleil a besoin pour aller de l'équinoxe d'automne au solstice d'hiver; l'hiver, enfin, règne dans l'hémisphère boréal depuis le moment du passage du Soleil par le solstice d'hiver jusqu'à l'équinoxe de printemps.

Quoiqu'il y ait exactement 180 degrés de l'équinoxe de printemps à l'équinoxe d'automne, en passant par le solstice d'été, et 180 degrés, restant du cercle entier, depuis l'équinoxe d'automne jusqu'à l'équinoxe de printemps, en passant par le solstice d'hiver; quoique la ligne qui joint les deux équinoxes partage ainsi en deux parties égales le cercle de l'écliptique décrit annuellement par le Soleil, en vertu de son mouvement propre apparent, on trouve que les deux moitiés de ce cercle ne sont pas parcourues dans des temps égaux. Le printemps et l'été sont d'environ 8 jours plus longs que l'automne réuni à l'hiver (liv. XXXII, chap. XXI, p. 607).

Cette différence de longueur entre les temps employés par le Soleil à décrire la moitié boréale et la moitié australe de sa course elliptique annuelle, cette différence,

tient évidemment à ce que le périgée, ou le point de bite dans lequel le Soleil se meut le plus vite actuel- ent, est situé dans la portion méridionale de cette rbe, avait jadis joué un grand rôle dans l'explication ce phénomène météorologique curieux, que les deux hisphères de la Terre ne jouissent pas de la même tem- ature à parité de latitude.

'ai montré (liv. XXXII, chap. XVI, p. 574) le peu de dement de cette explication; mais j'ajouterai ici quel- s mots sur un état hypothétique vers lequel, s'il fallait croire certains esprits systématiques, la Terre conver- ait graduellement; sur ce printemps perpétuel, préco- é dans divers ouvrages de science, qu'on pourrait, à droit, appeler des romans. On a vu, dans l'expli- on détaillée et minutieuse que nous avons donnée, en lieu et place, du phénomène des saisons (liv. XXXII, p. XII, p. 558 à 567), que la chaleur que le Soleil se en un jour donné sur un horizon déterminé comme i de Paris, par exemple, que la portion de cette cha- r, qui s'y accumule, dépendent de la durée du jour, de clinaison sous laquelle sont dardés, à midi, les rayons ant de l'astre, et de la chaleur des jours précédents.

Tout cela est évidemment lié à la déclinaison du Soleil. et astre radieux parcourait invariablement le plan de uateur, en vertu de son mouvement propre, le jour it constamment égal à la nuit sur toute la Terre, et rayons frapperaient tous les jours sous la même série clinaisons les objets dont un horizon déterminé se pose. Il n'y aurait donc pas de raisons pour qu'il exis- quelques différences, abstraction faite des circon-

stances atmosphériques locales, entre les températures des différents jours de l'année.

La constance des températures en chaque lieu serait la suite inévitable de l'événement astronomique dont nous avons fait mention; mais on se trompe lorsqu'on induit de la dénomination impropre de printemps perpétuel, la conséquence qu'en chaque lieu la température serait la même; que le climat dont on jouirait en Laponie serait exactement semblable à celui de l'Espagne, par exemple. Ceux qui les premiers se servirent de l'expression vicieuse de printemps perpétuel, voulurent dire seulement que si le Soleil ne sortait pas du plan de l'équateur, il n'y aurait en chaque lieu, ni printemps, ni été, ni automne, ni hiver; que toutes les saisons seraient pareilles entre elles dans chaque lieu déterminé, mais nullement qu'on éprouverait les mêmes températures sous toutes les latitudes. C'est pour rectifier cette erreur, fort répandue parmi les gens du monde, que j'ai écrit ces quelques lignes. Au reste, la coïncidence de la course annuelle du Soleil avec le plan de l'équateur, que cette idée d'un printemps perpétuel suppose, n'arrivera jamais. On prouve, il est vrai, par les observations, que le plan de l'écliptique, dans lequel est maintenant contenue la courbe décrite annuellement par le Soleil, se rapproche chaque année du plan de l'équateur; on pouvait dès lors supposer que ces deux plans finiraient, tôt ou tard, par coïncider entre eux. Mais la théorie a fait connaître la cause de ce changement d'inclinaison (liv. XXIII, chap. IV, p. 21); elle a montré qu'après s'être rapprochée de l'équateur pendant un certain temps, l'écliptique s'en

gne, que les oscillations totales sont comprises entre limites très-rapprochées, et qu'elles ne pourront orter dans les climats terrestres que des variations considérables.

## CHAPITRE XLII

### AVANT LES TEMPS HISTORIQUES L'ANNÉE FUT-ELLE COMPOSÉE D'UN NOMBRE ROND DE JOURS SANS FRACTION ?

Les complications du calendrier, les obscurités de la onologie, tiennent, en grande partie, à la fraction de qu'il faut ajouter au nombre entier 365, pour avoir ongueur de l'année astronomique. Aussi, plusieurs dits ont-ils cherché si le rapport entre les longueurs 'année et du jour ne fut pas anciennement plus simple l ne l'est aujourd'hui.

Whiston croyait avoir établi, d'après des témoignages oriques, que, dans les temps les plus reculés, plurs peuples comptèrent par années de 360 jours et par mois de 30 jours. La seule explication de ce fait qui parut admissible consistait à supposer que le mois et née avaient été jadis en effet de 30 et de 360 jours, que l'attachement aveugle du peuple pour de vieilles tumes avait fait persister à se servir de ces nombres, me quand ils ne concordaient évidemment plus avec la rche du Soleil. Suivant Whiston, ce fut au moment du ge que ce changement s'opéra. Avant cette époque, née se composait exactement de 360 jours; ensuite en compta 365 1/4 environ, par suite de l'action ne comète, cause première du grand cataclysme.

Court de Gébelin voyait dans la longueur fractionnaire de l'année un fait en désaccord *inique* avec l'harmonie dont les autres phénomènes célestes lui paraissaient empreints. Il se persuadait qu'à l'origine les choses étaient autrement et mieux ; comme Whiston, il soutenait qu'avant le déluge l'année tropique se composait de 360 jours, ni plus ni moins; que le Soleil se déplaçait alors de 1 degré par jour; qu'à chaque mois correspondait exactement un mouvement de 30 degrés. La catastrophe d'où résulta le déluge altéra les anciens rapports simples de 1 à 30 et de 1 à 360. De cette époque datent les rapports fractionnaires, bases du calendrier moderne.

Gébelin enregistrait ces changements parmi les punitions qui furent infligées à l'espèce humaine pour ses crimes. En relevant, à l'exclusion de la Vulgate et du texte hébreu, sur certaines versions de la Bible, coptes, arméniennes, etc., les dates de jours, de mois, énoncées dans le récit du déluge, l'ardent érudit croyait avoir fait sortir sa théorie du domaine des simples conjectures.

Goguet allait plus loin : suivant lui, l'année n'était encore que de 360 jours du temps de Moïse. Goguet expliquait ainsi pourquoi le législateur des Juifs, parlant des temps antédiluviens, ne fit pas remarquer que ses calculs, fondés sur une année de 360 jours, n'auraient plus été applicables aux époques qui suivirent; mais il ne disait pas comment un changement si grave dans le cours des astres se serait opéré sans commotion physique sensible.

Veut-on savoir, au surplus, combien il y avait de vague, d'incertitude dans les récits sur lesquels Court de Gébelin et Goguet croyaient pouvoir se fonder pour dé-

niner, par exemple, la longueur de l'année du déluge? dirai qu'en prenant les mêmes éléments, les dates tionnées dans la relation de Moïse,

| | | |
|---|---|---|
| Fréret trouvait.... ..... | 336 | jours. |
| Heidegger..... | 354 | — |
| Les auteurs anglais de l'*Histoire universelle*..... | 355 | — |
| Scaliger..... | 365 | — |
| Le père Bonjour..... | 366 | — |

'ajouterai, enfin, que beaucoup d'érudits (et, sur ce nt, c'étaient peut-être les plus judicieux, les plus sages) laraient n'avoir rien pu tirer de décisif des passages la Bible si diversement interprétés.

## CHAPITRE XLIII

### GRANDE ANNÉE

e réunirai dans ce chapitre les notions éparses dans ers auteurs, concernant la longue suite de siècles que anciens avaient décorée du titre de *grande année*.

e m'aiderai surtout ici des recherches de l'académi- n La Nauze.

l a été très-sérieusement question dans l'antiquité, nme Platon, Cicéron, Plutarque, etc., nous l'appren- t, d'une période à laquelle on donnait le nom de nde année, d'année parfaite, d'année du monde.

Cicéron (*De la nature des Dieux*) dit que la grande ée est le temps que les astres doués d'un mouvement pre, le Soleil, la Lune et les cinq autres planètes.

emploient à revenir aux mêmes positions relatives. Telle était déjà aussi, dans le siècle de Platon (voir le *Timée*), la signification de ces deux mots : grande année.

Bérose, comme cela résulte d'un passage dont Sénèque a donné la traduction, ajoutait une condition à celle que renferme la définition précédente. Pour l'astronome chaldéen, la grande année commençait lorsque les disques des sept planètes se trouvaient situés sur une seule ligne droite; elle finissait au moment où cette même disposition en enfilade se reproduisant, la ligne droite joignant toutes les planètes aboutissait de plus à l'étoile qui, à l'origine, était aussi sur ce prolongement.

A une époque où tant de philosophes se persuadaient que les destinées des hommes et même celles de la Terre, considérée en masse, étaient réglées par le cours des astres, il n'y avait rien d'outré à supposer que chaque grande année ramènerait la même suite, le même ordre de phénomènes moraux et physiques; le même cours d'événements politiques ou militaires; la même succession de personnages célèbres par leurs vertus, par leurs vices ou par leurs crimes. Dans ce système, l'histoire d'une seule grande année aurait été celle des suivantes.

Censorinus, citant un écrit d'Aristote actuellement perdu, dit que l'hiver de la grande année est un cataclysme, un déluge, et l'été une conflagration.

Dans le passage déjà cité, conservé par Sénèque, Bérose le Chaldéen nous assure : « Que la Terre sera réduite en cendres, quand les astres qui suivent des routes diverses correspondront à la première étoile du Cancer, en telle sorte qu'une seule ligne droite puisse traverser tous

s centres, et qu'il y aura une inondation universelle que ces mêmes astres correspondront ensemble au ricorne. »

'alternat de cataclysmes et de conflagrations n'était admis généralement. Certains philosophes ne croyaient des déluges; d'autres qu'à des incendies. Il en exis- enfin qui, assimilant les âges du monde à ceux de mme, voyaient la nature croître en force et en vigueur dant la première moitié de la grande année, et mar- ensuite, durant la seconde moitié, vers la décrépi- . Quant à Platon, il s'était rangé à l'opinion que le de, au premier jour du grand cycle, possède le maxi- n de force, et qu'à partir de là, tout décroît, tout aiblit graduellement. La tradition sur les quatre âges ctérisés par quatre métaux, est la traduction vulgaire 'idée de Platon.

es restes des opinions antiques concernant la grande ée ont donné lieu, depuis l'ère chrétienne, à l'inven- de diverses théories contre lesquelles l'Église a sou- lancé ses anathèmes, la théorie, par exemple, pro- ée dans l'Université de Paris : « Que dans le temps loyé par les corps célestes à revenir aux mêmes ts, on voit se reproduire sans cesse la même série énements. »

es anciens tombèrent encore moins d'accord sur la ueur de la grande année que sur sa signification. Les portèrent cette longueur jusqu'à 6,570,000 ans, tres la réduisirent à quelques centaines d'années. ron, dans le *Songe de Scipion*, dit qu'il n'ose pas dé- r de combien de siècles l'année parfaite se compose.

Hésiode avait déjà montré la même réserve. Dans des vers rapportés par Pline, par Plutarque, et traduits en latin par Ausone, cet auteur n'hésite pas à décider :

Que la vie de l'homme, quand elle est bien pleine, va à 96 ans;

Qu'une corneille vit 9 fois plus que l'homme, ou 864 ans;

Le cerf, 4 fois plus que la corneille, ou 3,456 ans;

Le corbeau, trois fois plus que le cerf, ou 10,368 ans;

Le phénix, 9 fois plus que le corbeau, ou 93,312 ans;

Les hamadryades, 10 fois plus que le phénix, ou 933,120 ans.

Hésiode, après toutes ces hardiesses, déclare cependant qu'il ignore absolument quelle est la durée de la grande année, et que Dieu seul peut la connaître.

Parmi les modernes, je ne vois que Pingré qui se soit exercé sur un problème dont la solution, suivant Hésiode, était réservée à Dieu. L'auteur de la *Cométographie* évaluait à plus de 25 millions d'années la période qui ramènerait les planètes à une conjonction générale; et cependant, du vivant de Pingré, Cérès, Pallas, Junon, Vesta, et les autres planètes plus récemment découvertes, n'étaient pas connues.

Les grands noms de Platon, de Cicéron, de Sénèque, de Plutarque, ne doivent pas nous empêcher de ranger les opinions des anciens sur les relations de la grande année avec les événements de toute nature observables sur la Terre, au nombre des conceptions les plus creuses que l'antiquité nous ait léguées.

## CHAPITRE XLIV

ıIÈRES DIFFÉRENTES DONT LES CHRONOLOGISTES ET LES ASTRO-
ıOMES COMPTENT LES ANNÉES ANTÉRIEURES A L'ÈRE CHRÉ-
ıIENNE

ɜs chronologistes et les astronomes ne numérotent
le la même manière les années antérieures à celles
. naissance de Jésus-Christ. Les premiers appellent :
n avant J.-C., l'année qui précéda immédiatement
emière de notre ère ; les astronomes la qualifient
née zéro. L'année 2 avant J.-C. des chronologistes
donc que l'année 1 des astronomes, et ainsi de suite,
une différence toujours égale à l'unité. Qui a tort,
ı raison dans cette manière de compter? Il ne sera
lifficile, je crois, de prouver que la dénomination des
nomes est seule conforme aux règles du bon sens,
. logique et de l'arithmétique.

pourrais, si cela était nécessaire, montrer qu'une
tité susceptible de valeurs positives et de valeurs
tives n'entre régulièrement dans le calcul qu'à la
ition de devenir zéro en passant d'un de ces états à
·e ; mais un exemple suffira pour faire ressortir les
tages de la méthode astronomique.

ımbien y a-t-il du 20 mars qui a suivi au 20 mars
précédé le moment de la naissance de Jésus-Christ?
n, ni plus ni moins.

ivant les chronologistes, les dates seraient : 20 mars
·ès J.-C., et 20 mars 1 avant J.-C. En addition-
les chiffres indicateurs de l'année avant et de l'année

après, on trouverait 2 ans pour l'intervalle des deux époques, tandis qu'il n'est réellement que d'un an.

Les mêmes dates, suivant les astronomes, eussent été : 20 mars 1 après J.-C.; 20 mars 0 avant J.-C. Cette fois la somme des deux dates aurait donné un an, conformément à la vérité.

La date de la mort de Jésus-Christ est mars 33 de notre ère; la date de la mort de César, suivant la manière de compter des chronologistes, est mars 44 avant notre ère. 44 et 33 ans font 77 ans. Tel semblerait donc l'intervalle compris entre les deux événements. Cet intervalle, cependant, n'est que de 76 ans, comme on peut s'en convaincre en rapportant tout à l'ère de la fondation de Rome.

Les astronomes ne s'y seraient pas trompés; car, d'après eux, l'année de la mort de César est mars 43 avant J.-C. Or 43 et 33 font 76.

## CHAPITRE XLV

### A QUELLE DATE A FINI LE XVIII^e SIÈCLE, A QUELLE DATE A COMMENCÉ LE XIX^e ?

Il s'élève souvent une difficulté, parmi les gens du monde, sur la question de savoir si à la date 28 mars 1800, par exemple, on était dans le XVIII^e ou dans le XIX^e siècle.

La question bien examinée revient à celle-ci :

L'année qui figure dans une date est-elle l'année courante ou l'année passée? Quand on écrit le 28 mars 1800, faut-il entendre qu'on est arrivé au 28 mars de

née 1800 non encore révolue, ou bien que, depuis igine de notre ère, il s'est déjà écoulé 1800 années ères, augmentées du mois de janvier, du mois de rier, et de 28 jours du mois de mars de l'année 1801? Pour résoudre la question, il faut examiner comment a compté à l'origine de notre ère, c'est-à-dire dans née supposée de la naissance de Jésus-Christ. Or il constant que cette année a été comptée 1, dès son mencement; de manière qu'en écrivant le 28 mars n entendait le 28 mars de l'année 1 qui venait de commencer, et non pas une année révolue plus le mois de vier, le mois de février et 28 jours du mois de mars de née 2. Il résulte de là, avec une entière évidence, toute la journée du 31 décembre 1800 appartenait XVIII^e siècle; que le XIX^e a seulement commencé le janvier 1801. Cette dernière date doit, en effet, se tra-re ainsi : le premier jour de l'année 1801 commençant, ion 1801 années plus un jour de l'année 1802.

## CHAPITRE XLVI

### SUR LES MOYENS DE SE RAPPELER QUELS SONT LES MOIS DE 30 ET DE 31 JOURS

Beaucoup de personnes ont de la peine à se rappeler ls sont les mois pleins et les mois caves, les mois de jours et les mois de 30 dans les calendriers julien ou gorien en usage chez tous les peuples de la chrétienté. r aider la mémoire, on a eu recours à des procédés caniques.

Après avoir fermé, par exemple, le second et le qua-

trième doigt de la main (fig. 354), on applique dans ce système de doigts étendus et de doigts fermés, le nom du mois de mars au pouce, et les noms des mois suivants aux autres mois, en revenant, bien entendu, au pouce, avec le sixième mois, celui d'août. Dans ce dénombre-

Fig. 354 — Système de doigts étendus et de doigts fermés pour se rappeler quels sont les mois de 30 et de 31 jours.

ment, tous les doigts longs ou ouverts correspondent à des mois de 31 jours; tous les doigts courts ou fermés correspondent aux mois de 30 jours, et à celui de février qui en a 28 ou 29.

Fig. 355. — Saillies et creux des racines des doigts de la main fermée pour se rappeler quels sont les mois de 30 et de 31 jours.

Un moyen plus commode consiste à fermer la main. Les racines des quatre doigts contigus forment des parties saillantes; les intervalles, des creux (fig. 355). Si

n compte alors les douze mois, en commençant par vier, appliqué à la première partie saillante; conti-nt par février, appliqué au creux voisin, et ainsi de te, on trouvera que tous les longs mois ont corres-ndu aux saillies et les mois courts aux dépressions.

A défaut de ces méthodes mécaniques, les écoliers aient jadis recours, au collége, à de prétendus vers, nblables, au reste, à ceux qui sont contenus dans les vrages intitulés *Racines grecques* et *Racines latines.* ici ceux que Nollet nous a conservés et dont on faisait ge de son temps :

Trente jours ont novembre,
Juin, avril et septembre;
De vingt-huit, il en est un,
Tous les autres ont trente-un.

## CHAPITRE XLVII

### CYCLE CHRONOLOGIQUE, DIT JULIEN

On appelle de ce nom un certain mode de dénombrer années, imaginé par Joseph Scaliger. Cette méthode. e nous allons faire connaître, a été appelée par l'au-r *période julienne*, ou *cycle julien*, parce que les nées du calendrier julien y figurent exclusivement. st à tort, comme Daunou l'a remarqué, que ce nom énéralement été regardé comme un hommage rendu l'auteur à son père Jules Scaliger.

La durée de la période julienne est de 7980 ans. Ce nbre n'a pas été pris arbitrairement; il est le produit 15 par 19 et par 28. Ces trois nombres, comme on

sait, sont les durées respectives des cycles de l'indiction (chap. XXIV, p. 695), de Méton (chap. XIII, p. 672) et du cycle solaire (chap. XXXVIII, p. 715).

Après avoir établi la durée de la période, il était indispensable, pour le parti que Scaliger voulait en tirer, de déterminer convenablement son point de départ; c'est en cela surtout que le travail du célèbre érudit mérite d'être remarqué. L'origine de la période de Scaliger est l'année 4713 avant Jésus-Christ. Ainsi, si l'on dénombrait les années suivant la méthode de Scaliger, l'année 4713 avant notre ère serait donc marquée du chiffre 1, l'année 4712 du chiffre 2, l'année 4711 du chiffre 3, et ainsi de suite indéfiniment, sans solution de continuité. L'absence de coupure à l'origine de notre ère serait, pour l'exactitude de la chronologie, un avantage réel; à quoi nous pouvons ajouter d'autres propriétés plus précieuses encore de la période scaligérienne que nous allons signaler. Supposons qu'on remonte, par intervalles de 19 ans, à partir du commencement d'une période lunisolaire ou de Méton, on fixera, par ce calcul, toutes les années antérieures où cette période a dû commencer ; on découvrira ainsi que l'année 4713 avant notre ère était une de celles-là.

Supposons encore qu'on fasse un calcul analogue relativement au cycle solaire de 28 ans ; si à partir de la première année actuelle d'un de ces cycles on remonte successivement de 28 ans, on aura fixé toute la série d'années où le cycle solaire a dû commencer, et l'année 4713 figurera dans ce nombre.

Admettons enfin qu'on veuille chercher rétrospectivement quelles sont les années où le cycle d'indiction a

mencé. Ces années s'obtiendront en remontant par odes de 15 années à partir d'une de celles qui dans emps modernes a signalé le commencement de l'in- ion. Cette série de déterminations a montré à Scaliger l'année 4713 avant notre ère, qui, déjà d'après les uls précédents, avait dû coïncider avec les commen- ents d'un cycle lunisolaire de 19 ans, et d'un cycle ire de 28 ans, marquait aussi le commencement d'une ode d'indiction de 15 ans.

n définitive, les trois périodes citées ont pour ori- commune l'année 4713.

n voit maintenant pourquoi Scaliger a pris pour durée on cycle le produit de 15 par 19 et par 28. Ce pro- renfermant un nombre exact de fois 15, 19 et 28, t clair que lorsqu'il se sera écoulé un cycle d'années au nombre d'unités qu'il contient, à partir de gine de la période ou de l'année 4713, les choses se veront dans le même état qu'à l'origine, et que les cycles recommenceront simultanément.

n'est pas moins évident qu'en divisant par 19, par mple, le chiffre indicateur du rang d'une année, sui- la manière de compter de Scaliger, le quotient en bre rond fera connaître la série des périodes entières solaires qui se sont écoulées depuis cette origine de ivision du temps, et que les unités restantes déter- eront combien d'années il faut compter de la période solaire suivante, ou non révolue. Il en serait de même calculs que l'on effectuerait à l'égard du cycle d'indic- ou du cycle solaire. Ces calculs peuvent amener quel- fois à constater des erreurs chronologiques.

Supposons, en effet, que tous les événements de l'histoire ancienne et de l'histoire moderne soient rapportés au cycle scaligérien. Supposons de plus qu'un fait ait été indiqué, suivant l'habitude des chroniqueurs, comme étant arrivé dans une certaine année, et qu'on donne en même temps pour cette année le millésime et les époques correspondantes de l'indiction, du cycle lunisolaire et du cycle solaire. Un calcul très-facile, trois divisions, montrera si ces quatre désignations sont concordantes.

J'ai voulu, dans ce qui précède, signaler clairement le but que Scaliger s'était proposé en inventant la période julienne; cette méthode, si elle était suivie, aurait-elle pour la chronologie tous les avantages que son auteur s'en promettait? Cette question a été fort débattue entre des savants d'un mérite éminent, mais je ne saurais même indiquer ici les raisons pour et contre qui ont été produites des deux côtés avec une amertume dont les érudits, dit-on, s'affranchissent difficilement.

Le cycle scaligérien ou julien a eu l'honneur inappréciable d'être suivi par Kepler et le père Petau; c'est là ce qui justifie la mention détaillée que nous venons d'en faire. Nous nous abstiendrons, pour abréger, de parler d'une foule de périodes auxquelles des calculateurs et même des astronomes avaient prétendu attacher leurs noms, mais qui n'ont pas été adoptées par le public déjà trop fatigué des complications de la chronologie. Nous ne ferons pas même une exception en faveur du cycle dionysien, inventé par Denys le Petit et composé de 532 ans; car, malgré sa précision, il n'a pas été employé.

## CHAPITRE XLVIII

### DES ALMANACHS ET DES CALENDRIERS

On est étonné que le peuple romain se soit contenté si
gtemps des calendriers compliqués à l'aide desquels
divisait le temps. Mais les pontifes, à qui l'entière di-
ion de cet objet était confiée, avaient constamment
sé de faire connaître au peuple les moyens qu'ils met-
nt en usage pour établir d'avance la succession des
s et des jours d'une année.

'out le monde sait, d'ailleurs, le danger qu'il y avait,
s ces temps reculés, à s'immiscer dans les choses
s sacrées. Hérodote lui-même nous avertit expressé-
t qu'il usera à ce sujet d'une grande réserve, et que,
s tous les chapitres qui auront des rapports plus ou
ns directs avec la religion, on doit s'attendre à trouver
nombreuses réticences.

a première divulgation des principes du calendrier
ain, faite au grand déplaisir des pontifes, remonte à
303 avant notre ère, et à Caius Flavius. Postérieu-
ent, Ennius, Pison, Ovide, etc., composèrent et
lièrent des traités sur cette matière; leurs ouvrages
'ermaient non-seulement le calendrier général, mais
ore des prédictions météorologiques étrangères à un
anach vraiment scientifique. Dans cette catégorie doit
classé le sixième et dernier chapitre des Éléments
tronomie de Geminus; on y trouve en effet, à côté
indications des levers et des couchers des astres pour

les divers jours de l'année, des remarques telles que celle-ci : La mer devient orageuse, pluie, grand vent, tonnerre, neige, grêle fréquente, etc.

Des indications semblables se lisent dans le traité intitulé *Apparition des fixes*, et attribué à Ptolémée ; l'auteur annonce jour par jour les états de l'atmosphère.

L'Annuaire agronomique de Columelle renferme des prédictions, résultats d'une observation imparfaite, et qui, aujourd'hui même, ne manquent pas d'être accueillies avec confiance par un grand nombre de cultivateurs. Pline nous a conservé les remarques qu'on avait faites antérieurement à son époque.

Les Romains avaient distribué çà et là, dans le cours de l'année, des jours dans lesquels on devait plus particulièrement s'attendre à des insuccès dans les entreprises politiques ou particulières. Le mot *néfaste*, qui d'abord ne signifiait que des jours où il était défendu de rendre la justice, prit peu à peu une acception défavorable. On comptait vingt-six de ces jours dans l'année, savoir deux en chaque mois et trois en janvier et en avril. Il va sans dire que ces jours néfastes étaient spécialement indiqués dans les calendriers romains.

Si l'on consulte l'ouvrage de Lydus publié au VI^e siècle, on demeurera convaincu que les prédictions de toute nature, fondées sur les aspects des astres, relatives au monde physique et au monde moral, ne sont pas une invention moderne.

Dans cet ouvrage on trouve, en effet, des passages tels que ceux-ci : Si la Lune est éclipsée dans les Gémeaux, la direction des affaires politiques changera de mains ; si

tremblement de terre arrive entre le 9 et le 19, il an-
cera des désastres aux gouvernants; et, enfin, s'il
ieu entre le 20 et le 25, les gens de lettres seront
nacés de la perte de leur crédit.

Ce dernier trait montre que Lydus avait appliqué son
oir divinatoire à des choses bien peu importantes.

On vient de voir que chez les anciens il n'était guère
stion que de calendriers applicables à toutes les années.
ns le moyen âge, les calendriers généraux furent très-
nmuns; on les plaçait en tête des livres d'heures ou de
ères.

La publication des calendriers annuels, des almanachs
uels, de ceux qui concernent une année déterminée,
onte à une époque peu ancienne.

Le premier de ces almanachs qui ait été vraiment popu-
e est celui de l'an bissextil 1636, publié à Liége,
s le nom de Mathieu Laensberg, chanoine de cette
e[1]; mais l'existence de ce personnage n'est rien moins

Nostradamus, célèbre médecin de Provence, avait publié, à
ir de 1550 jusqu'à sa mort, un calendrier contenant des pré-
ons sur les saisons et les temps les plus favorables aux divers
aux agricoles. Je n'ai pas ce calendrier sous les yeux, je ne
ais dire conséquemment s'il doit être rangé dans les calendriers
étuels ou dans les calendriers annuels. Il ne faut pas confondre
prédictions météorologiques avec les centuries du même auteur,
lesquelles il annonçait l'avenir en vers presque inintelligibles,
ui, à cause de cela peut-être, lui valurent la protection de la
rstitieuse Catherine de Médicis.

belais est cité par ses biographes comme l'auteur d'almanachs
les années 1533, 1535, 1548 et 1550; quelques-uns de ces al-
achs, à ce qu'on assure, renfermaient des pronostics; mais ils
devenus très-rares. Au reste, on ne peut douter du peu de
ance que le facétieux curé de Meudon accordait à ses propres
ictions, lorsqu'il se mêlait de prédire l'avenir, par le passage sui-

que certaine, car il ne faut pas le confondre avec Jacques et Philippe Lansberg, astronomes hollandais, qui vivaient dans le même temps. Le succès prodigieux de cet almanach de Liége ou de Mathieu Laensberg a surtout tenu aux prédictions qui y sont insérées. Lorsqu'on spécule sur la crédulité humaine, on est toujours sûr de réussir ; les prédictions ont beau être démenties, le public n'en continue pas moins à consulter le fameux almanach. La Fontaine l'a dit :

> L'homme est de glace aux vérités,
> Il est de feu pour le mensonge [1].

Lagrange m'a raconté, à ce sujet, un fait qui mérite d'être conservé.

vant d'une de ses préfaces, cité par le père Niceron : « Prédire serait legierté à moy, dit-il, comme à vous simplesse d'y ajouter foy. En est encore, depuis la création d'Adam, nul homme qui en aye traicté ou baillé chouse à quoi l'on doit acquiescer et arrêter en assurance. »

1. Des personnes infatuées des prédictions gratuites que les almanachs renferment ont prétendu avoir bon marché de mon scepticisme en me disant : Est-ce que tous les ans quelques-unes de ces prédictions ne se réalisent pas? Oui, sans doute, ai-je répondu, mais ne voyez-vous pas que la faculté de prédire *toujours* le faux serait aussi précieuse que la faculté de prédire *toujours* le vrai, puisque l'un est la contre-partie de l'autre? D'ailleurs, en fait de prédictions astrologiques ou de proverbes, la mémoire reste frappée d'un cas sur cent dans lequel prédictions ou proverbes se réalisent, et on laisse passer inaperçus les quatre-vingt-dix-neuf autres cas. La situation des personnages sur lesquels portent les prédictions joue aussi un rôle très-important. Ainsi, dans l'Almanach pour 1774, Mathieu Laensberg annonça qu'une dame des plus favorisées jouerait son dernier rôle dans le mois d'avril. Le mois d'avril est précisément celui où Louis XV fut atteint de la petite vérole, et Mme Dubarry expulsée de Versailles. Il n'en fallut pas davantage pour donner à l'almanach de Liége un redoublement de faveur.

'Académie de Berlin avait anciennement pour prin-
l revenu le produit de la vente de son almanach.
teux de voir figurer dans cette publication des pré-
ons de tout genre, faites au hasard ou qui, du moins,
ient fondées sur aucun principe acceptable, un savant
ngué proposa de les supprimer et de les remplacer
des notions claires, précises et certaines sur des objets
lui semblaient devoir le plus intéresser le public ; on
ya cette réforme, mais le débit de l'almanach fut tel-
ent diminué et conséquemment les revenus de l'Aca-
ie tellement affaiblis, qu'on se crut obligé de revenir
premiers errements, et de redonner des prédictions
quelles leurs auteurs ne croyaient pas eux-mêmes.

## CHAPITRE XLIX

### ÉPHÉMÉRIDES ET ANNUAIRES

es éphémérides ou annuaires sont des tables dans
uelles on fait connaître à l'avance les phénomènes
onomiques qui auront lieu dans chaque année, et qui
ent fixer l'attention des observateurs. Les éphémé-
s nautiques sont une partie des éphémérides astrono-
ues ; elles signalent tous les phénomènes auxquels les
gateurs peuvent avoir recours pour déterminer la lati-
et la longitude d'un navire dans tous les points du
e.

n sera peut-être bien aise de trouver ici l'indication
années pour lesquelles on avait d'avance publié des
émérides :

1474, Régiomontanus;

XVI^e siècle, Perlach, Magini, etc.;

Au commencement du XVII^e siècle, Kepler, Simon Marius, etc.;

Après 1636, Odierna, Malvasia, Montanari, Dominique Cassini;

1678, Picard donna, pour l'année suivante, la *Connaissance des temps*, recueil continué jusqu'à nos jours par Lefèbre, Lieutaud, Godin, Maraldi, Lalande, Jeaurat, Méchain, et le Bureau des Longitudes;

Pour 1715 à 1744, Philippe Desplaces;

Pour 1721 à 1724, Parker;

De 1726 à 1786, éphémérides de Bologne, Eustache Manfredi;

De 1745 à 1774, Lacaille;

1749, éphémérides de Berlin, continuées jusqu'à nos jours avec divers changements dans la forme et même dans la langue;

1754, état du ciel par Pingré;

1757, éphémérides de Vienne, commencées par le père Hell;

1767, *Nautical Almanack*, fondé par Maskelyne et continué jusqu'à nos jours;

1774, éphémérides de Milan, continuées jusqu'à nos jours.

Les annuaires, ou éphémérides abrégées, se sont beaucoup multipliés dans ces dernières années. Quelques Observatoires, quelques Académies en publient de plus ou moins étendus; ils ont, en général, pris pour modèle l'*Annuaire* que l'on doit au Bureau des Longitudes, et dont le premier numéro est celui de l'année 1797. Cet *Annuaire* a été continué sans interruption jusqu'à l'année actuelle. Des Notices, sur divers objets de science, en ont parfois considérablement augmenté l'étendue. Le numéro de 1797 ne renfermait que 72 pages; celui de 1838, par exemple, en contient 632.

## CHAPITRE L

URE DU TEMPS PAR LE MOUVEMENT DU SOLEIL — ÉTABLISSE-
ENT DES GNOMONS ET DES CADRANS SOLAIRES — DÉTERMINA-
ON DE LA POSITION D'UN LIEU — USAGES DES ÉPHÉMÉRIDES
- OCTANT — SEXTANT — CERCLE DE RÉFLEXION — DÉPRES-
ON DE L'HORIZON — ASTRONOMIE NAUTIQUE

aucoup de personnes ne comprennent l'utilité de onomie que par les services directs qu'on en tire en ıi concerne la mesure du temps et la détermination ɔositions relatives des lieux à la surface de notre te. Il ne saurait donc être indifférent d'insister ici es applications des notions et des méthodes astro- ques aux besoins de la vie sociale.

ıus avons vu que la mesure du temps est fondée sur ɔuvement du Soleil et que l'on compte 24 heures deux passages successifs du Soleil au méridien ɜu; on obtient ainsi le temps vrai en un jour déter- et il y a une correction à faire pour avoir le temps n dont on est convenu de se servir dans la vie ci- Une horloge étant donnée, il suffit, pour la régler, ınstater l'instant du passage du Soleil par le méri- et de corriger cet instant (liv. VII, chap. XIII, t. I, 94) de la valeur de l'équation du temps qu'on e pour chaque jour dans la *Connaissance des temps* ns l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. Lorsqu'on ɜ lunette méridienne à sa disposition, on obtient ment l'instant exact du passage du centre du Soleil ɜ méridien, en observant successivement les pas-

sages des deux bords extrêmes du Soleil à l'aide de cette lunette et en prenant la moyenne de ces deux observations.

Les anciens, qui ne connaissaient pas les lunettes, pouvaient obtenir exactement l'heure du midi vrai à l'aide

Fig. 356. — Armille

d'instruments encore employés quelquefois : ce sont les armilles et les gnomons; ils sont fondés sur l'observation des ombres produites par les rayons solaires dardant sur des objets placés dans des plans verticaux.

L'armille, mot qui signifie anneau ou collier, se compose de deux cercles (fig. 356), dont l'un horizontal est

ś par quatre supports et dont l'autre vertical est
ıu par en bas dans une entaille faite au pied de l'in-
nent et par les côtés dans deux entailles faites sur
·izon au nord et au midi. Si le cercle vertical est placé
, le méridien, on obtiendra le midi vrai en notant
tant où l'ombre pure de la partie antérieure de ce
le se projettera exactement sur le milieu de la partie
érieure.

e gnomon (fig. 357) est un style droit, un obélisque,

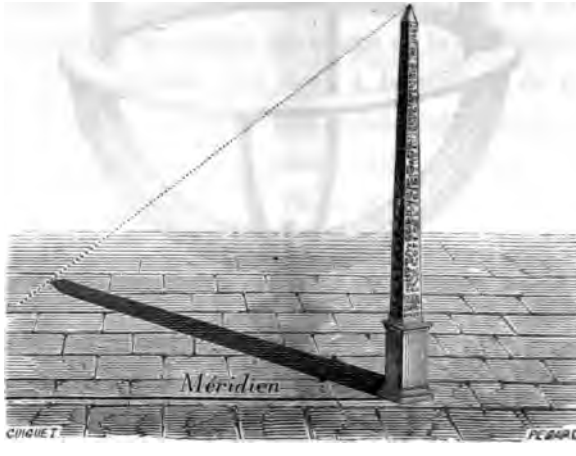



Fig. 357. — Gnomon.

équerre que l'on place verticalement[1]. Le moment où
bre portée arrive à sa longueur minimum est le midi

On peut avec un gnomon déterminer approxima-
nent le plan du méridien en observant la projection
ombre sur l'horizon au moment du lever et au mo-
t du coucher du Soleil, et en menant le plan bissec-

Le mot grec γνώμων signifie indicateur.

teur des deux positions obtenues. Si l'on prend le rapport de la longueur de l'ombre projetée et de la hauteur du gnomon, on a la tangente trigonométrique de la distance zénithale du Soleil. L'angle que fait avec la trace du méridien l'ombre portée par le gnomon indique en chaque instant l'azimut (liv. VI, chap. I, t. I, p. 213) de l'astre radieux. En observant le gnomon avant midi et après midi dans deux azimuts égaux, on aura le midi vrai en prenant le milieu entre les deux instants marqués.

Pour que les observations faites avec le gnomon aient une certaine exactitude il faut que cet instrument ait de grandes dimensions. Or, d'un autre côté, à mesure que la longueur du style augmente, la pénombre qui provient de ce que le Soleil n'est pas réduit à un point, mais présente un disque de grande dimension, rend la détermination de l'ombre pure de plus en plus confuse. Afin de faire disparaître cet inconvénient on a eu l'idée de mettre à l'extrémité de la tige du gnomon une plaque percée d'un orifice exactement placé dans l'axe du style (fig. 358). La lumière solaire passant à travers cet orifice donne au milieu de l'ombre projetée par la plaque un espace éclairé que l'on voit très-nettement au lieu même où l'on n'eût observé que confusément l'extrémité du style placé à la même hauteur que l'ouverture de la plaque. On conçoit que si l'on met une lentille de verre à la place de la plaque percée on aura au foyer de cette lentille une concentration des rayons du Soleil et qu'on pourra obtenir ainsi une température assez élevée pour produire l'inflammation de la poudre et la détonation d'une arme à

placée dans le méridien; cette détonation annoncera
i le midi vrai.

On a vu que le Soleil atteint des hauteurs zénithales
érentes selon les saisons; on comprend donc que les
mons peuvent servir pour mesurer le retour des sai-
s, d'après la longueur des ombres projetées.

Les gnomons ont été fort en usage chez tous les an-
ns peuples. Plusieurs sont célèbres par leurs hauteurs

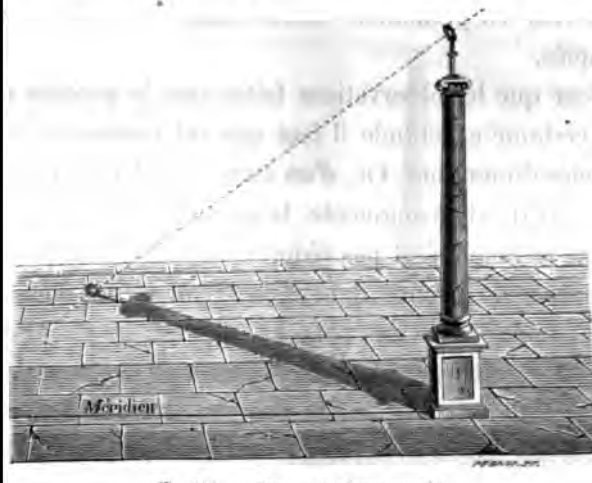



Fig. 358. — Gnomon à plaque percée.

sidérables. Sous le règne d'Auguste, l'obélisque de
ostris placé à Rome dans le champ de Mars et qui avait
mètres de hauteur, servait, selon le récit de Pline, à
onnaître les longueurs des jours et des nuits. En 1278,
tronome Cacheou-king fit élever à Pékin un gnomon
12m.5 de haut. Paul Toscanelli, vers 1467, fit exé-
er dans la coupole de la cathédrale de Florence, un
mon qui est le plus grand qui existe; il a 92 mètres

de hauteur. Dominique Cassini construisit à Bologne, en 1653, dans l'église de Sainte-Pétrone, un gnomon dont la plaque était fixée à environ 27 mètres au-dessus du sol, à la naissance de la voûte de l'édifice. Picard, en 1669, commença une méridienne dans la grande salle de l'Observatoire de Paris, qui a 31$^{m}$.6 de longueur; le gnomon a 9$^{m}$.93 de hauteur au-dessus du sol de la salle. La méridienne fut ornée par Cassini II, en 1750, de divisions et de signes indiquant les longueurs de l'ombre portée correspondantes à l'entrée du Soleil dans les douze signes du zodiaque (*Mémoires de l'Académie des sciences pour* 1732, p. 452). Le gnomon de l'église Saint-Sulpice, qui a 16 mètres de hauteur, a été établi par Lemonnier en 1742; la plaque percée est adaptée à la partie supérieure du portail latéral du sud, et la trace du plan méridien mené par le trou de la plaque est figurée sur le pavé de l'église par une ligne de cuivre qui traverse l'édifice dans sa plus grande largeur.

Le mouvement apparent du Soleil s'effectue chaque jour d'une manière uniforme selon un cercle de la sphère céleste perpendiculaire à l'axe du monde. Il résulte de là que si en un point quelconque de la Terre on mène une ligne droite parallèle à l'axe du monde, cette ligne droite et l'astre radieux forment un plan qui décrit 360 degrés en 24 heures. Le Soleil étant à midi dans le plan méridien, il sera à 1 heure dans un plan faisant 15° avec le méridien; à 2 heures, il sera dans un autre plan faisant 30°, et ainsi de suite; tous ces plans passant par l'axe du monde viendront rencontrer, suivant des lignes différentes, une surface quelconque

ne ou courbe, verticale, horizontale ou diverse-
nt inclinée. Ces lignes d'intersection correspondront
lemment aux différentes heures de la journée. Si la
e supposée parallèle à l'axe du monde est un style
é, les rencontres des plans passant par le Soleil avec
surface quelconque seront les ombres du style. On
a donc un cadran solaire en installant d'une manière
ariable un style parallèle à l'axe du monde, sur une
face exposée au rayonnement du Soleil et en traçant
cette surface par des méthodes géométriques les ren-
tres de plans faisant de part et d'autre du méridien des
les variant de 15 en 15 degrés. On conçoit du reste
lement qu'on pourra fractionner les heures en inter-
nt entre les premiers plans d'autres plans partageant
gle de 15 degrés de la même manière qu'on veut sub-
ser chaque heure. Telle est la théorie succincte des
rans solaires dont l'histoire a été donnée au commen-
ent de ce traité (liv. II, chap. V, t. I, p. 43). On voit
les cadrans solaires (fig. 15 du tome Ier) ne sont que
gnomons dont le style est dirigé suivant l'axe du
nde, et l'on doit se rappeler que la direction de cet
est en chaque lieu celle d'une droite située dans le
ridien avec une inclinaison égale à la latitude.

L'invention des lunettes, en permettant de faire les
ervations avec une excessive précision, a ôté aux in-
uments précédents la plus grande partie de leur inté-
Il suffit de faire avec un théodolite l'observation de
x hauteurs correspondantes (liv. VI, chap. III, t. I.
227) du Soleil avant et après son passage au méridien.
r pouvoir régler une horloge. Quand on connaît la lati-

tude du lieu de l'observation, il suffit même de la mesure d'une seule hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon à un instant quelconque de la journée, pour obtenir l'heure exacte par le calcul, en prenant dans la *Connaissance des temps* la déclinaison solaire pour l'époque considérée.

Dès qu'on peut en un lieu donné déterminer l'heure sans difficulté, il est évident, d'après les détails que nous avons exposés dans le livre consacré à la Terre (liv. XX, chap. XIX et XX, t. III, p. 254 à 296), que sur la terre ferme l'astronome muni de ses instruments et de la *Connaissance des temps* pourra toujours connaître exactement la position qu'il occupe. En effet, il saura trouver sa latitude et l'heure à un moment donné; l'observation d'un signal tel que la distance d'une étoile au Soleil ou à la Lune lui fournira le moyen de trouver par les tables de la *Connaissance des temps* l'heure de Paris au même moment; la comparaison des deux heures donne la longitude du lieu. Ayant la latitude et la longitude, c'est-à-dire les deux coordonnées géographiques du lieu, on trouve immédiatement ce lieu sur la carte.

Les mêmes méthodes pourraient servir sans aucun changement aux navigateurs pour obtenir la position de leur vaisseau chaque jour et à chaque instant, s'il était possible d'établir sur un navire le théodolite, le cercle répétiteur, la pendule sidérale, les quarts de cercle ou les autres grands instruments des observatoires. L'agitation continuelle d'un bâtiment placé sur mer s'opposant à l'emploi du fil à plomb et du niveau, sans lesquels les instruments astronomiques ordinaires ne peuvent servir, on a

recourir à de nouveaux instruments appropriés à un ervatoire constamment mobile. On a déjà vu que les dules ont été remplacées par des montres marines, des onomètres, des garde-temps, auxquels des horlogers bres en France et en Angleterre, les Berthoud, les guet, les Emery, les Mudge, etc., ont donné une cision extrême et remarquablement uniforme. Pour surer la hauteur d'un astre ou la distance de deux es, on imagina, à partir du xv^e siècle, l'arbalestrille et quartier anglais. L'arbalestrille était une espèce de x dont le croisillon appelé marteau glissait le long de ièce la plus longue appelée la flèche; on mettait l'œil bout de la flèche et l'on disposait l'instrument de telle e que l'un des bouts du croisillon fût dirigé vers la et l'autre bout vers le bord du Soleil jusqu'à ce que deux rayons visuels sous-tendissent exactement l'angle re l'horizon et le Soleil ; les divisions marquées sur la he indiquaient la hauteur du Soleil. Le quartier an- s se composait de deux arcs de cercle concentriques, s de rayons inégaux, placés dans un même plan. Au re était une pinnule à travers laquelle on visait à rizon de la mer. Une pinnule mobile placée sur le t arc était haussée ou abaissée jusqu'à ce que l'image elle transmettait à la pinnule centrale fût réfléchie à troisième pinnule placée sur le grand arc et à laquelle l était appliqué; la somme des deux arcs interceptés t la hauteur du Soleil et celle des deux arcs restants istance au zénith.

'arbalestrille et le quartier anglais étaient peu exacts 'un emploi difficile, quoiqu'on les eût modifiés de ma-

nière à observer des ombres portées au lieu de la lumière directe du Soleil ; on les a remplacés avec avantage par les instruments à réflexion, dont la première idée est due à Newton. Ces nouveaux instruments sont l'octant, le sextant et le cercle de réflexion. Leur usage s'est répandu dans toutes les marines, depuis le Mémoire publié à ce sujet par Halley en 1731. Voyons d'abord quel est le principe des instruments à réflexion.

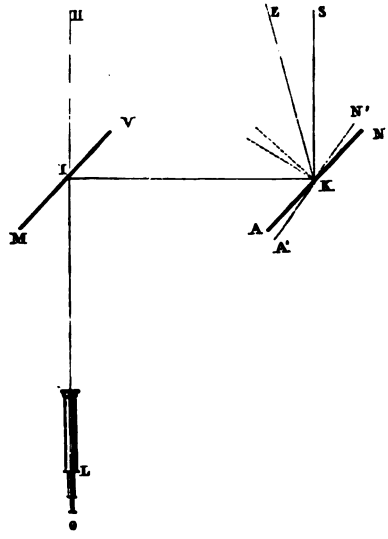



Fig. 359. — Principe des instruments à réflexion

Imaginons que l'on place en MV (fig. 359) un miroir fixe à faces parallèles, étamé dans la moitié de sa longueur, et qui laisse par conséquent arriver à une lunette ou à une pinnule L les rayons transmis HIO et les rayons réfléchis KIO. Supposons en outre qu'un miroir AN entièrement étamé et mobile autour du point K soit originairement

cé parallèlement à MV. Un rayon lumineux SK tombant AN parallèlement à HI se réfléchira évidemment suit une ligne KI, et ensuite suivant une ligne IO, de telle e qu'après cette double réflexion il se confondra avec rayon direct HIO. Cela résulte manifestement de la orie des lignes parallèles (liv. I, chap. IX, t. I, p. 24 à , et de la propriété qu'ont les angles des rayons lumix incidents et des rayons réfléchis avec la surface dente d'être égaux entre eux (liv. III, chap. II, t. I, 73). Il est bien évident d'ailleurs qu'il faut que les ns des deux miroirs soient perpendiculaires au plan rayons incidents HI et SK. Maintenant supposons un autre rayon lumineux EK vienne tomber sur le oir AN, et faisons tourner ce miroir jusqu'à l'amener s une position A'N', telle qu'après deux réflexions ce on lumineux, ayant suivi le chemin EKIO, vienne ene se confondre avec HIO. Nous aurons évidemment S = EKN' + N'KN — SKN. Mais, à cause de la proété des rayons lumineux et réfléchis que nous venons rappeler, on a SKN = IKA, EKN' = IKA'; par conuent on a aussi EKS = IKA' + N'KN — IKA; mais A' — IKA = AKA' et en outre AKA' = N'KN; on a c EKS = 2N'KN. Ainsi, l'angle des deux rayons ineux EK et SK est le double de l'angle dont on ût faire marcher le miroir mobile entièrement étamé r amener les images de E et de H à coïncider. miroir mobile est appelé le grand miroir; l'autre oir fixe, partiellement étamé seulement, est appelé le it miroir.

Dans les instruments à réflexion, le miroir mobile en-

traîne une alidade munie d'un vernier, et qui se meut le long d'un arc de cercle divisé. Afin de ne pas avoir de multiplication d'angle à faire, on marque directement sur ce cercle des nombres doubles des divisions angulaires réellement parcourues.

Si l'arc que peut décrire l'alidade du miroir mobile est de 45° (le huitième de la circonférence) on a un *octant* (fig. 360), et l'on peut mesurer des angles compris entre

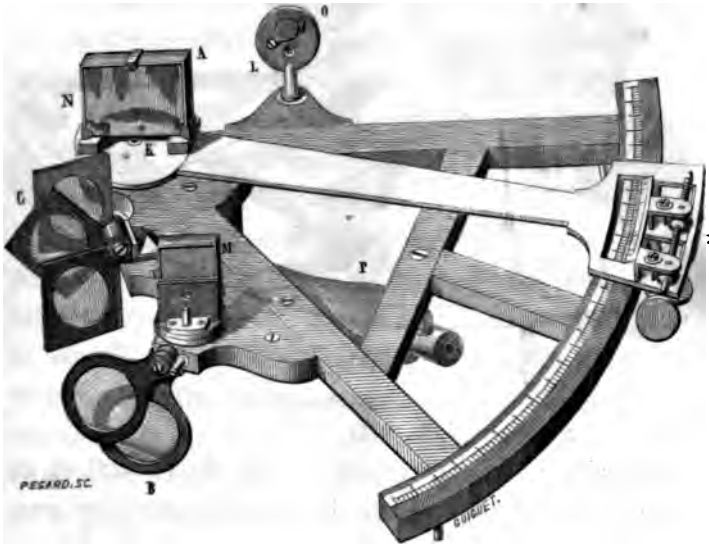



Fig. 360. — Octant.

0 et 90°. L'instrument devient un *sextant* (fig. 361) lorsque l'arc est de 60°, le sixième de la circonférence, et l'on peut mesurer des angles de 120°. Les sextants construits en France par Gambey ont une merveilleuse exactitude qui les a justement rendus célèbres.

L'observateur tient ces instruments de la main droite

aide d'une poignée P, tandis que de la main gauche
ait avancer l'alidade X. Lorsqu'on vise des astres, tels
le Soleil et quelquefois la Lune, dont la lumière est
p intense, on diminue l'éclat de cette lumière à l'aide
plaques B et C mobiles à charnière, et faites de verre
oré.

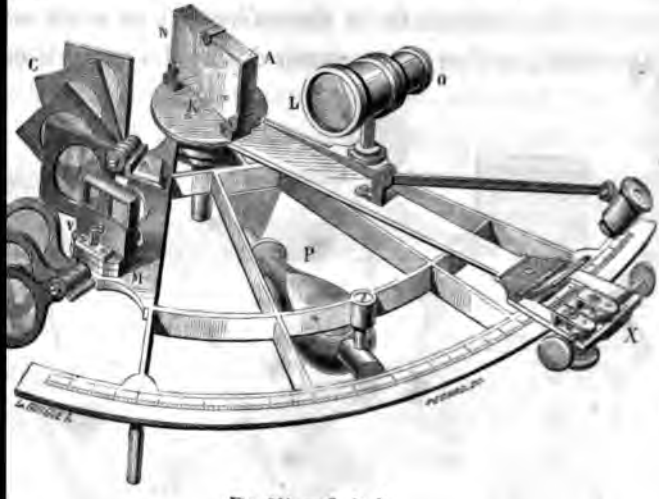



Fig. 361. — Sextant.

Les observations exécutées à l'aide de l'octant et du
tant exigent que les plans des deux miroirs soient par-
ement perpendiculaires au plan du limbe gradué, et
en outre l'alidade se trouve exactement au zéro de la
ision quand les deux miroirs sont parallèles. Les rectifi-
ions se font assez facilement à l'aide de vis dont sont
nés les deux miroirs. On regarde dans la direction du
nd miroir et un peu de côté, de manière à voir à la
directement l'arc de cercle et par réflexion son image;
deux arcs doivent être exactement dans le prolonge-

ment l'un de l'autre. Cela obtenu, on amène l'alidade au zéro de la graduation, et l'on vise une tige telle que celle d'un paratonnerre avec l'instrument placé dans un plan perpendiculaire à cette tige; on arrange alors le petit miroir de telle sorte que les images données par les deux miroirs coïncident parfaitement.

En mer, on peut corriger l'erreur du zéro, dite erreur de collimation, en visant le Soleil et en amenant l'image réfléchie à être successivement tangente aux bords opposés du disque solaire. Borda a modifié les instruments à réflexion de manière à les rendre répétiteurs et de telle sorte que les observations soient indépendantes de l'erreur de collimation. Dans le cercle de réflexion (fig. 362), le système du petit miroir MV et de la lunette OL, au lieu d'être fixe, comme dans l'octant et dans le sextant, peut se mouvoir tout entier autour du limbe, et la lunette est accompagnée d'une alidade U. Le grand miroir AKN se meut en outre d'une manière indépendante sur un cercle entier. On commence par placer l'alidade du grand miroir sur le zéro de la graduation du limbe et on la fixe en ce point. On fait ensuite tourner le système de la lunette et du petit miroir jusqu'à ce qu'il y ait coïncidence entre l'image d'un objet vu directement et l'image d'un second objet vu par deux réflexions sur les miroirs. L'angle des deux miroirs est alors, selon le principe démontré plus haut, le double de la distance angulaire des deux objets. On fixe au limbe le système de la lunette et du petit miroir, puis on renverse l'instrument face pour face. On vise alors le premier objet avec la lunette; le second n'est pas aperçu, puisque le grand miroir n'est pas tourné

son côté. Mais on détache l'alidade du grand miroir, on le fait tourner jusqu'à ce que l'image du second et ayant reparu soit venue coïncider avec l'image du mier; il est évident que l'index du vernier aura par-ru sur le limbe le double de l'angle cherché. De cette on, on diminue de la moitié, du quart, etc., l'erreur lecture.

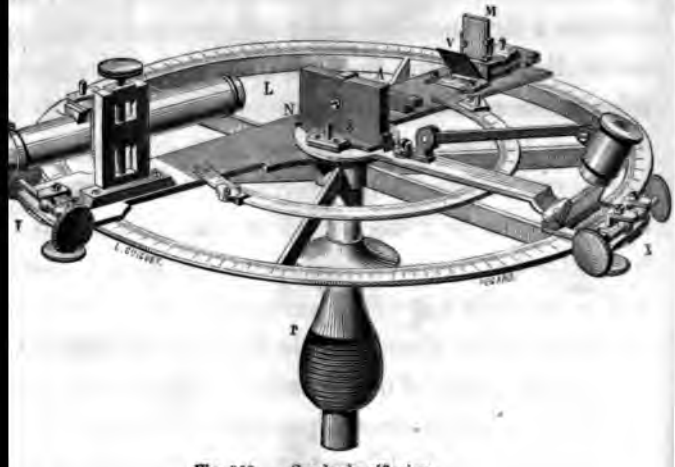



Fig. 362. — Cercle de réflexion.

Les instruments que nous venons de décrire servent à ver soit la hauteur d'un astre au-dessus de l'horizon, la distance angulaire de deux astres en un moment né. En joignant à ces observations les indications des émérides de la *Connaissance des temps*, on aura donc atitude du navire, l'heure exacte rapportée au temps i ou au temps moyen, et enfin la longitude. Les dis-ces de la Lune au Soleil, aux grandes planètes et aux ncipales étoiles, telles que Aldebaran, $\alpha$ de la Vierge,

Pollux, Régulus, Antarès, α du Bélier, Fomalhaut, α de Pégase, α de l'Aigle, etc., contenues dans les tables de la *Connaissance des temps*, ainsi que les circonstances les plus remarquables des éclipses et des occultations, donnent des moyens faciles de résoudre partout par des observations faites avec le sextant et par des calculs très-simples, le problème jadis si difficile des longitudes, une fois que l'heure d'un lieu et la latitude sont connues par des observations de hauteur.

Les observations de la hauteur d'un astre, telles que celles de la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, se font en mer en prenant pour plan horizontal le plan tangent mené par l'œil de l'observateur à la surface arrondie de l'Océan. Il est évident que ce plan tangent est d'autant plus abaissé au-dessous de l'horizon vrai que l'observateur est placé plus haut au-dessus de la mer. On doit donc diminuer la hauteur observée d'une certaine quantité, qu'on appelle la dépression de l'horizon. Le calcul de cette dépression a donné les résultats suivants :

| Hauteur de l'observateur au-dessus de la surface de la mer. | Dépression de l'horizon. |
|---|---|
| mètres | |
| 1 | 1′ 56″ |
| 3 | 3 20 |
| 10 | 6 6 |
| 20 | 8 36 |
| 30 | 10 34 |
| 40 | 12 12 |

Tels sont, en abrégé, les principes de l'astronomie nautique qui servent à renseigner exactement le navigateur sur l'heure et la position du lieu où il se trouve, et par

équent sur le chemin qu'il doit suivre à travers les
es plaines de l'Océan, loin de la terre et de tout
: terrestre pouvant lui servir de signal. Ces principes
parfaitement applicables à des voyages entrepris sur
rre ferme. Seulement il faut alors remplacer l'hori-
le la mer par un horizon artificiel fait de verre ou
é d'un liquide immobile, tel que du mercure ou de
le. Alors on doit observer l'astre directement et
réflexion, et mesurer l'angle compris entre le bord
ieur du disque de l'astre et l'image de ce bord pro-
par réflexion sur l'horizon artificiel; on obtient ainsi
ouble de la hauteur du bord inférieur de l'astre ob-
au-dessus de l'horizon; il n'y a plus qu'à lui ajouter
oitié du diamètre apparent pour avoir la hauteur du
e de l'astre.

e chapitre, dont les détails sont sans doute un peu
es, termine les notions que j'avais à donner sur le
drier : je pense que le lecteur comprendra désormais
nent il est possible de fixer dans le temps tous les
ements qui se passent à la surface de notre planète.
ais maintenant compléter les principes de l'*astrono-*
*populaire* que j'ai cherché à rendre aussi clairs qu'il
été possible, en transportant le lecteur successive-
: dans les principaux corps du système solaire, et en
ontrant sous leurs aspects divers les phénomènes
a voûte céleste.

# LIVRE XXXIV

## MÉLANGES URANOGRAPHIQUES

## CHAPITRE PREMIER

### INTRODUCTION

Il est curieux de rechercher quelle difficulté les hommes auraient eu à vaincre pour arriver à la connaissance du système de l'univers, si placés dans la Lune, sur Jupiter, sur Saturne, ils n'avaient eu à leur disposition que les observations faites dans ces positions spéciales. Kepler est, je crois, le premier qui ait examiné les phénomènes astronomiques à ce point de vue.

Je vais suivre son exemple, dans la persuasion qu'un pareil examen, outre qu'il fournit des résultats singuliers très-dignes d'intérêt, offrira aux amateurs d'astronomie un utile exercice.

Des personnes très-pieuses ont imaginé que d'examiner ce que serait l'astronomie pour un observateur situé dans diverses planètes, c'était se mettre dans un désaccord coupable avec l'Écriture sainte. Je ne partage pas cet avis. En effet, en transportant un observateur sur différentes planètes, et même au centre du Soleil, nous ne disons pas qu'il ressemble aux habitants de notre

e. D'ailleurs, des théologiens très-savants, le docteur mers, par exemple, ont prouvé que rien dans les s saints n'interdit la supposition que les planètes sont tées.

## CHAPITRE II

### 'ASTRONOMIE POUR UN OBSERVATEUR PLACÉ SUCCESSIVEMENT AU CENTRE ET A LA SURFACE DU SOLEIL

ceux qui s'étonneraient de me voir d'abord décrire hénomènes du firmament pour un observateur situé e Soleil, je dirai qu'une telle supposition n'entraîne ment la conséquence que cet astre peut être habité, out par des observateurs de l'espèce humaine; qu'en je ne fais que suivre l'exemple que m'ont donné rs écrivains ecclésiastiques, tels que l'abbé Hervas y luro, jésuite, dans son ouvrage en quatre volumes, ulé *Viago estatico al mundo planetario*, imprimé à rid en 1763. Enfin, pour rassurer les consciences les timorées, j'ajouterai que le cardinal de Cusa fit ître dans le xv^e siècle un ouvrage dans lequel il cher- t à établir que le Soleil est habité.

our un observateur situé au centre du globe solaire, s les étoiles sembleraient attachées, comme elles le issent à un observateur terrestre, à une sphère solide; dans le cas actuel cette sphère paraîtrait immobile, is que sur notre globe elle semble douée d'un mouve- t général dirigé de l'orient à l'occident. Ce mouve- t très-rapide a fourni aux astronomes de la Terre une de temps (le jour sidéral) sur laquelle ils ont réglé

la marche de leur pendule, et dont ils ont tiré le plus grand parti dans l'étude des phénomènes célestes. Privé de cette ressource, puisque les étoiles seraient complétement immobiles à ses yeux, un astronome, situé au centre du Soleil, pourrait, j'imagine, régler sa pendule sur le temps que la Lune semblerait employer à faire le tour de la Terre. Du reste, rien de plus simple que l'astronomie pour un observateur ainsi placé.

Les phases de Mercure et de Vénus, ce phénomène si remarquable quand on l'observe de la Terre, n'existeraient ni pour ces deux planètes ni pour les autres. On n'aurait donc aucun moyen de savoir si les planètes sont lumineuses par elles-mêmes.

Les mouvements des planètes à travers les constellations se feraient tous dans le même sens, mais avec des vitesses inégales. Les planètes, dans leur course, ne seraient assujetties ni aux stations ni aux rétrogradations qui avaient si fort embarrassé les astronomes de l'antiquité et les observateurs modernes.

L'astronome solaire pourrait bien, avec un micromètre très-exact, déterminer les variations de distance de chaque planète, et trouver jusqu'à un certain point que ces astres ne se meuvent pas dans des cercles, mais il ne posséderait aucun moyen de déterminer les distances absolues, ni même les rapports de ces distances. Ainsi, pour lui, les belles lois de Kepler seraient lettres closes. Quant aux distances relatives, il n'aurait aucune méthode pour les découvir, seulement il arriverait conjecturalement à supposer que les planètes les plus voisines sont celles qui emploient le moins de temps à revenir aux mêmes con-

lations, et que les plus éloignées doivent être celles mettent le plus de temps à faire une révolution entière; si, il admettrait que Mercure est la plus voisine et urne la plus éloignée de toutes les planètes anciennent connues.

Tous ces moyens d'investigation si imparfaits pour tronome central se perfectionneraient notablement si s le transportions sur la surface solaire. Alors les les se lèveront et se coucheront aux limites de l'hori- de chaque lieu. Ce mouvement s'exécutera pour es les étoiles d'orient en occident, l'intervalle qui oule entre deux levers et deux couchers consécutifs, ervalle compris entre deux passages successifs d'une le quelconque au méridien, sera de 25j.34. L'astro- ne pourra donc puiser dans les mouvements célestes nesure du temps.

Nous venons de dire que l'observateur placé à la sur- e du Soleil verrait la sphère des étoiles se mouvoir de ient à l'occident; ajoutons que l'axe autour duquel ce uvement de rotation paraîtrait s'exécuter différerait ablement de l'axe autour duquel nous voyons de la re le ciel tourner; les pôles de rotation au lieu d'aboutir petite Ourse passeraient par la position excentrique l'observateur relativement au point autour duquel tous mouvements planétaires s'exécutent; il en résulterait, r ces mouvements, des inégalités dont on pourrait uire les distances de ces divers astres au Soleil.

Ainsi un observateur situé à la surface du Soleil pourrait qu'à un certain point, à l'aide de ses seules observa- s, arriver à la connaissance des lois de Kepler.

## CHAPITRE III

### L'ASTRONOMIE POUR UN OBSERVATEUR SITUÉ SUR MERCURE

Cherchons d'abord sous quel angle un astronome situé dans Mercure verrait le Soleil. A la surface de la Terre le diamètre moyen de cet astre est de 30′. Sur Mercure ce diamètre serait de 1° 17′ 30″. Le Soleil se présenterait donc à un habitant de Mercure comme un disque plat, lumineux, dont la surface serait à celle du disque solaire vu de la Terre comme 6.7 est à 1.

L'intensité de la lumière solaire variant en raison inverse du carré des distances, la portion de cette lumière que Mercure arrête, est à la portion qu'une partie équivalente de la surface terrestre reçoit, dans le rapport inverse des carrés des nombres 0.387 et 1, ou dans le rapport de 6.67 à 1. Ainsi on peut conjecturer que la chaleur dont les rayons solaires sont l'origine est beaucoup plus grande sur Mercure que sur la Terre. Nous nous contentons d'indiquer la supériorité de température de Mercure en termes généraux. Pour donner une évaluation numérique, relative à une portion solide de cette planète, il serait nécessaire de connaître la constitution de son atmosphère, surtout sous le rapport de la diaphanéité.

Mercure tournant sur lui-même en $24^h\ 5^m$ (de nos heures) de l'occident à l'orient (liv. XVIII, chap. IV, t. II, p. 504), le ciel étoilé doit paraître tourner en sens contraire et y exécuter une révolution complète dans un temps égal à celui qu'un horizon emploie à revenir à la même position, c'est-à-dire en $24^h\ 5^m$.

Le Soleil, vu de Mercure, semble se mouvoir dans le et parcourir toutes les constellations en 87j.97 ou à près 88 de nos jours : telle serait la durée de ce que habitants de Mercure devraient appeler leur année.

Il y a sur Mercure des équinoxes et des solstices me sur la Terre. Les équinoxes arrivent lorsque la e de l'équateur de Mercure sur le plan de son orbite se par le Soleil. Les solstices ont lieu quand le Soleil à 90° des points équinoxiaux.

Nous avons dit que le diamètre moyen du Soleil, vu Mercure, s'élève à 1° 17′ 30″, mais ce diamètre doit aître très-variable ; sa moindre valeur est de 1° 37′ 43″, plus grande de 1° 4′ 14″. Ces variations sont évidemnt liées aux changements de distance de la planète Soleil : l'orbite apparente de l'astre radieux autour de rcure n'est donc pas circulaire.

Si un observateur situé dans Mercure, se dégageant des sions des sens, arrivait à reconnaître que le mouvement parent du Soleil est la conséquence inévitable de son pre mouvement autour de ce grand astre, il tirerait, variations incessantes du diamètre solaire, les valeurs nparatives des rayons vecteurs correspondant à chaque r d'observation et découvrirait ainsi que sa planète se lace dans une orbite elliptique dont le centre du Soleil upe le foyer.

Nous n'avons rien dit, comme de raison, dans cet osé très-court de l'astronomie de Mercure, de tout que vit le père Athanase Kircher, de *serein* et de *vif* s son voyage extatique à cette planète, ni des inces favorables, concernant leur esprit et leur adresse,

que les hommes peuvent recevoir à leur naissance par l'action de Mercure.

Dans son Voyage extatique, le père Kircher feint d'être porté dans les espaces célestes et autour des différentes étoiles sous la conduite d'un génie, et il nous fait part de tout ce qu'il a vu dans cette pérégrination extraordinaire. Mais son récit est partout empreint des préjugés astrologiques de l'époque et des erreurs dont l'astronomie proprement dite était alors infestée. L'ouvrage du même auteur intitulé : *Ars magna lucis et umbræ*, quoiqu'il ne soit pas entièrement irréprochable, mérite beaucoup plus que son voyage d'être recommandé à l'attention des savants.

## CHAPITRE IV

### L'ASTRONOMIE POUR UN OBSERVATEUR SITUÉ SUR JUPITER

Vu de Jupiter, le Soleil doit se présenter sous la forme d'un disque circulaire ayant 5′ 46″ de diamètre.

Quand on veut se faire de la Terre une idée exacte de la grandeur et de l'éclat que l'astre radieux doit présenter à un observateur situé sur Jupiter, il faut découper dans une plaque opaque une ouverture dont le diamètre, examiné à l'œil nu, sous-tende un angle de 5′ 46″, et faire en sorte que cette ouverture se projette sur le Soleil, car le diamètre apparent de cet astre diminue avec la distance, tandis que son éclat intrinsèque reste constant.

La quantité de chaleur et de lumière répandue par le Soleil à la surface de Jupiter est à la quantité de chaleur et de lumière qu'une portion de même étendue reçoit

a distance de la Terre, dans le rapport inverse des rés des distances, ou comme 0.037 : 1 (liv. XXVII, p. I, p. 326).

'avertirai de nouveau qu'il ne faut pas s'en rapporter lement à ces nombres lorsqu'on veut juger les climats parratifs de Jupiter et de la Terre. Pour une égale ntité de chaleur et de lumière les températures défives pourraient être considérablement modifiées suivant propriétés des enveloppes gazeuses dont les planètes t entourées; suivant les obstacles, plus ou moins conérables, que ces enveloppes opposeraient à la déperon de la chaleur; etc.

On n'a qu'à se rappeler l'expérience faite par Saus-e sur la température définitive que reçoivent les corps milieu d'une enceinte formée de plusieurs enveloppes verres diaphanes, pour être convaincu de la nécessité la restriction sur laquelle j'ai insisté de nouveau.

Les étoiles, vues de Jupiter, se lèvent à l'orient et se chent à l'occident; le temps de leur révolution com-te est d'un peu moins de dix heures (liv. XXVII, ch. III, 328), en sorte que l'intervalle compris entre le lever e coucher d'un de ces astres n'atteint jamais cinq res.

Le Soleil vu de Jupiter paraît avoir dans la sphère lée un mouvement dirigé de l'occident à l'orient. En tu de ce mouvement cet astre emploie à parcourir es les constellations zodiacales 4,332j.58 ou 11 ans 0 mois 17j.6.

Mercure, Vénus, la Terre et Mars, sont, pour un obser-eur situé sur Jupiter, des planètes inférieures. On doit

les voir avec des lunettes s'éloigner du Soleil jusqu'à de certaines distances un peu variables, tantôt à l'orient, tantôt à l'occident. Mars lui-même doit être rarement visible à l'œil nu, puisque dans ses plus grandes digressions il ne s'éloigne du Soleil que de 16°. Saturne est pour l'astronome de Jupiter, une planète supérieure offrant dans son mouvement annuel tantôt une marche directe, tantôt une marche rétrograde, ces deux mouvements dissemblables étant séparés les uns des autres par des positions dans lesquelles la planète est stationnaire.

L'équateur de Jupiter coïncidant à peu près avec le plan de l'orbite, le Soleil doit se présenter toujours de la même manière aux différents points de la planète; les quantités de lumière et de chaleur que ces divers points reçoivent du Soleil étant les mêmes dans tous les temps, il n'y a pas lieu de distinguer dans les deux hémisphères un hiver et un été. On jouit donc sur Jupiter d'un printemps perpétuel, pourvu qu'on attache à cette expression son sens véritable (liv. XXXIII, chap. XLI, p. 721), qui, dans ce cas, signifie seulement que l'action éclairante et calorifique du Soleil est toujours la même dans chaque point déterminé de la planète; ce qui n'implique pas qu'elle doit être égale quand on compare entre eux les points situés sous des latitudes différentes.

Les satellites, ou plutôt les Lunes de Jupiter, font leur révolution dans des temps fort courts comparés au temps que la Lune emploie à faire le tour de la Terre. La première de ces Lunes, la plus rapprochée de la planète, parcourt les 36° de son orbite en 1j.77. Le géographe, le marin de Jupiter doit trouver dans la rapidité

ce mouvement des moyens très-précis de déterminer longitudes des points où il se transporte. Les éclipses cette Lune résultant de son passage dans l'ombre que piter projette derrière lui à l'opposite du Soleil, les pses partielles de Soleil occasionnées par les interitions incessantes de cette première Lune entre l'astre ieux et la planète, doivent conduire, sur Jupiter, que jour à des moyens non moins exacts de perfecner la géographie et la navigation.

Le père Kircher disait dans son Voyage extatique, que Jupiter l'air était salubre, que les eaux étaient très-res et les terres aussi brillantes que l'argent. Tout cela à la rigueur possible, mais les observations ne justit pas de telles conséquences, nous avons dû nous tenir d'en faire mention.

Nous ne parlerons pas non plus des influences heureque Jupiter et Vénus, suivant le père Kircher, doivent rcer sur les habitants de la Terre. De telles conjecs n'appartiennent pas à l'astronomie ; elles sont du sort de l'astrologie, prétendue science qui depuis longps a perdu tout crédit.

## CHAPITRE V

### L'ASTRONOMIE POUR UN OBSERVATEUR SITUÉ SUR SATURNE

Les partisans des causes finales ont prétendu que neau de Saturne avait été donné à cette planète pour pléer à la faiblesse des rayons solaires. Mais cette orie, tant de fois combattue, est ici complétement in-

admissible, puisque dans une portion très-considérable de la planète, l'anneau n'est pas aperçu.

Si par le bord extérieur du premier anneau, on mène des tangentes au globe de Saturne, on trouve que les points de contact sont situés à 66° 36′ de l'équateur de Saturne : il y a donc sur cette planète deux zones qui, à partir des pôles, ont 23° 24′ d'étendue en latitude et dans lesquelles un observateur ne soupçonnerait pas l'existence de l'anneau, deux zones que la lumière de l'anneau n'éclaire jamais.

Les tangentes menées du bord intérieur de l'anneau touchent le globe de Saturne en des points situés à 53° 28′ de l'équateur. Entre les parallèles 53° 28′ et les pôles, le bord intérieur de l'anneau n'est jamais aperçu.

La plus grande largeur angulaire des deux anneaux principaux dont se compose l'anneau de Saturne a lieu pour l'anneau extérieur sur les parallèles d'environ 45°. Cet anneau sous-tend sous ces parallèles un angle de 3° 19′.

L'intervalle compris entre les deux anneaux est à son minimum sous la latitude de 42° 45′ et s'élève à 47′. Le maximum de largeur de l'anneau intérieur a lieu pour les parallèles 35° 30′ et se monte à 11° 26′.

A l'équateur de Saturne, l'anneau se présente sous la forme d'une ligne lumineuse très-étroite passant par le zénith.

Pour chaque point donné sur la surface de la planète, la position des anneaux doit correspondre aux mêmes points du ciel, et cacher constamment une même zone d'étoiles.

ı se servant des données que nous avons rassem-
ı dans le livre consacré à Saturne, et en faisant des
utations sur sa distance au Soleil, sur sa rotation,
es satellites, comme nous l'avons fait dans le cha-
précédent pour Jupiter, on arriverait à des consi-
tions analogues à celles que nous avons exposées
cette planète; nous n'avons pas à insister davantage
e sujet.

ans Saturne, suivant le père Kircher, tout est triste,
ux et sombre; c'est par l'influence de cette planète,
e à l'influence également malfaisante de Mars, que
s les misères qui accablent les mortels se répandent
a Terre.

## CHAPITRE VI

### PHÉNOMÈNES ASTRONOMIQUES TELS QU'ILS SE MONTRERAIENT A UN ASTRONOME PLACÉ SUR LA LUNE

s habitants hypothétiques de la Lune ont été ap-
des Sélénites, du nom grec de notre satellite. Nous
servirons de cette dénomination dans le seul but
ter des périphrases.

marquons, dès le début, qu'il faut distinguer dans
ne deux hémisphères, l'un qui se voit toujours de
rre, l'autre au contraire qui est constamment invi-
; plaçons d'abord l'observateur sur l'hémisphère
le.

Sélénite qui habite l'hémisphère de la Lune tourné
la Terre, doit voir toutes les étoiles du firmament se
oir de l'orient à l'occident autour d'un axe passant

par le centre du globe lunaire; le plan perpendiculaire à cet axe s'appelle l'équateur lunaire. Le mouvement des étoiles s'effectue pour le Sélénite avec beaucoup de lenteur. Le temps qui s'écoule entre deux levers successifs est égal à environ 27 de nos jours et 8 heures; conséquemment la vitesse apparente des étoiles, même de celles qui sont proches de l'équateur lunaire, ne doit guère être supérieure à celle de l'étoile Polaire pour un observateur situé sur la Terre.

Le mouvement apparent du Soleil, comme celui des étoiles, est aussi très-peu rapide; l'intervalle compris entre deux levers et deux couchers successifs, pour un Sélénite qui n'a pas changé de place, est égal à environ 29 1/2 de nos jours.

Pour un lieu déterminé de la Lune, à un jour continu dont la durée s'élève à environ quinze de nos jours terrestres, succède une nuit continue de même longueur (liv. XXI, chap. XXX, p. 488). On conçoit, sans de plus amples explications, quelle chaleur on doit éprouver pendant quinze jours de la présence continue du Soleil et quel froid extrême on doit ressentir là où pendant quinze de nos jours consécutifs le Soleil a été au-dessous de l'horizon. Mais ce qui doit particulièrement étonner un Sélénite, ce sont les phénomènes que la Terre lui présente.

Un astronome placé sur la Lune voit la Terre, qui pour lui est un astre brillant ayant un diamètre environ quatre fois plus grand que celui de la Lune vu de notre globe, et une étendue superficielle seize fois plus considérable, présenter des phases comme la Lune en offre pour un habitant de notre globe.

ncevons, maintenant, une ligne menée du centre Terre au centre de la Lune, et supposons l'obser- r situé au point de rencontre de cette ligne avec la ce lunaire; cet observateur aura ainsi la Terre à son ı, il la verra correspondre successivement à des s de plus en plus orientales, mais elle paraîtra à ırès fixe relativement à la ligne qui joint les centres leux globes, c'est-à-dire relativement à la verticale eu que l'observateur occupe.

lleurs, le globe éclairé de la Terre sera élevé de 45° essus de l'horizon et restera invariablement dans position. D'autres observateurs, convenablement s sur la surface lunaire, verront la Terre vers la e orientale de leur horizon près de se lever et ne se ıt jamais; il y en aura, par exemple, qui n'aperce- ; au-dessus de l'horizon vers le couchant que la e orientale du disque de notre globe, tandis que la e occidentale sera couchée, et cette situation d'un à demi visible sera permanente pendant des espaces mps très-considérables.

es Sélénites ont eu certainement besoin d'une grande ration pour découvrir les causes réelles des étranges omènes que nous venons de signaler.

Terre examinée avec une lunette par un Sélénite, ıraîtra douée d'un mouvement de rotation sur son e, d'une durée égale à 24 de nos heures; un tel ement amènera successivement en vue les continents s mers qui composent notre globe. Ces continents es mers se distingueront les uns des autres par leur ; les parties les plus brillantes correspondront aux

continents, et les parties obscures aux espaces recouverts d'eau.

Notre globe fera donc pour un habitant de la Lune l'office d'une véritable horloge. Si un de ses points a passé à une certaine heure par le méridien d'un Sélénite, il le retrouvera dans ce même méridien après un intervalle de temps égal à 24 de nos heures. La tache terrestre qui a passé par le méridien un certain temps après la première, suivra celle-ci le lendemain, du même nombre de minutes et de secondes, et ainsi de suite.

Les régions polaires de notre Terre devront offrir à un Sélénite une lumière blanchâtre plus ou moins étendue suivant les saisons.

Si, sur la Terre, en passant du nord au midi de l'équateur, on aperçoit de nouvelles étoiles, celles qui forment la Croix du sud, par exemple, combien doit être plus curieux pour un Sélénite un voyage de l'hémisphère invisible de la Terre à celui où notre globe se montre toujours au-dessus de l'horizon et dans une immobilité presque absolue, du moins quand on le rapporte à des repères pris à la surface de notre satellite!

Sur le contour circulaire qui sépare l'hémisphère de la Lune visible de la Terre de l'hémisphère opposé, et à quelque distance de ce contour, notre globe doit se cacher quelquefois aux Sélénites et quelquefois se montrer. La Terre s'y lève et s'y couche, mais non pas toutes les nuits.

Dans l'hémisphère de la Lune visible de la Terre, on doit observer des éclipses de Soleil parmi lesquelles des éclipses totales qui peuvent durer deux heures. Il doit y avoir aussi quelquefois de très-petites éclipses de Terre,

-à-dire des disparitions de certaines parties de notre e éclairées par le Soleil dans l'ombre que la Lune tte dans l'espace.

ne m'arrêterai pas à reproduire ici la série des con- ations à l'aide desquelles des astronomes célèbres voulu prouver que l'hémisphère lunaire, que nous yons pas, serait dans l'univers le lieu le plus propre création d'un observatoire, celui dans lequel l'en- ble des observations se ferait avec plus de régularité exactitude. Remarquons seulement que ces admira- de l'hémisphère lunaire invisible de la Terre, ent dans leur enthousiasme que de l'observatoire s voudraient confiner les astronomes, on ne verrait is la Terre, et que l'immobilité relative de notre e serait cependant pour les Sélénites un objet d'étude rtant.

## CHAPITRE VII

### DE L'ASTROLOGIE

astronomie a dissipé mille préjugés. Elle a renversé, a réduit au néant l'astrologie judiciaire, et même ologie naturelle. A-t-on oublié que Sénèque croyait absurdités, bases de ces prétendues sciences? Faut-il eler que Cicéron avait accordé son amitié à Fir- us et à Nigidius Figulus, les deux plus fameux astro- es de son temps? Faut-il ajouter enfin que les arrêts nort de Tibère étaient souvent la conséquence des scopes tirés par l'astrologue qui ne quittait jamais onstre?

Je n'aurai besoin que de mettre quelques-uns des faits absurdes et honteux enregistrés dans les annales de l'astrologie en présence des résultats magnifiques auxquels est arrivée l'astronomie, pour montrer et les défaillances de l'esprit humain livré à la seule imagination et la puissance de l'intelligence de l'homme qui ne marche qu'appuyé sur l'observation rigoureuse.

Stoffler, habile mathématicien, qui eut l'honneur de compter Mélanchthon parmi ses auditeurs à Tubingue, prédit un déluge universel pour l'année 1524. On raconte à cette occasion que les personnes crédules se munissaient de bateaux. Un docteur de Toulouse, nommé Auriol, fit construire un grand navire imitant l'arche de Noé ; mais, comme le remarque Voltaire dans son article sur l'Astrologie de son *Dictionnaire philosophique*, le mois de février, dans lequel ce déluge devait avoir lieu, fut extraordinairement sec. Le motif sur lequel Stoffler s'était appuyé pour faire sa prédiction, c'était qu'à la date indiquée les planètes Mars, Jupiter et Saturne devaient se trouver en conjonction dans la constellation des Poissons.

Le comte de Boulainvilliers, qui, comme on sait, était fort amateur d'astrologie, et un Italien, nommé Colonne, avaient prédit à Voltaire, suivant ce qu'il raconte lui-même, qu'il mourrait à trente-deux ans. Chacun sait comment cette prédiction se réalisa.

Cardan ayant eu plusieurs insuccès dans ses prédictions astrologiques, finit par annoncer sa mort et se laissa, dit-on, mourir de faim en 1575, à la date calculée, afin que la prédiction se vérifiât.

Catherine de Médicis était vouée à l'astrologie ; elle

t une grande confiance dans Nostradamus, qui lui t dit, entre autres choses, de se méfier de Saint-main. Elle avait son observatoire dans l'hôtel de sons. Cette tour existe encore sur la circonférence rieure de la Halle au Blé.

n donna à Louis XIII le surnom de Juste, parce l était né sous le signe de la Balance. A l'instant sa naissance (1601), il y avait un astrologue en ervation dans la chambre voisine de celle où la reine ucha.

i l'astrologie, si l'art de prédire l'avenir d'après le rs des astres était en honneur, il y avait cependant, ant une étrange inconséquence, un grand danger à er pour exercer une influence quelconque sur les évé-ents, pour être voué à la magie ou à la sorcellerie. ous le règne de Louis XIII, ou plutôt sous celui du inal de Richelieu, le fameux curé de Loudun, Urbain ndier, fut brûlé vif sur la place publique de cette , le 18 août 1634, comme coupable de sorcellerie. jugement avait été rendu par une commission de orze magistrats pris dans différentes juridictions.

a maréchale d'Ancre avait été précédemment con-née à mort le 8 juillet 1617, comme coupable de ellerie, et brûlée le même jour.

'astrologie était encore très-vivace vers le milieu du siècle. Morin, par exemple, à qui l'astronomie pro-nent dite doit quelque reconnaissance pour avoir ontré la possibilité d'observer les étoiles en plein , professait ouvertement l'astrologie. Morin était si ement convaincu de la certitude de ce qui lui sem-

blait une science, qu'il se hasarda à faire des prédictions à court terme, c'est-à-dire des prédictions pour lesquelles il pouvait être démenti de son vivant. Par exemple, cet astrologue prédit la mort de Gassendi pour la fin de juillet 1650, « mais jamais, » dit le chanoine de Digne, « je ne me suis mieux porté qu'à la date fatale marquée par la prédiction de Morin. »

Vallenstein, le célèbre général de la guerre de Trente ans, était un grand amateur d'astrologie. Mécontent de Kepler, qui ne lui fournissait pas assez de prédictions au gré de ses caprices, il fit venir auprès de lui un astrologue italien, nommé Seni, qu'il entretenait magnifiquement. Jamais, dans les occasions importantes, il ne prenait un parti sans avoir consulté son astrologue. Il ne paraît pas que celui-ci lui eût prédit que l'empereur Ferdinand le ferait assassiner.

L'esprit de combinaison, la faculté innée d'opérer des rapprochements, ont conduit à de très-brillantes découvertes, toutes les fois que ces opérations de l'intelligence se sont effectuées sur des faits réels et précis. Au contraire, a-t-on combiné, a-t-on rapproché des faits imaginaires ou confus, les conséquences logiques auxquelles on est arrivé sont devenues d'un eabsurdité palpable.

Il y a eu dans l'antiquité deux espèces d'astronomie : l'astronomie contemplative, celle des Chaldéens; l'astronomie conjecturale, celle des Grecs. L'astronomie contemplative, malgré son immense durée, n'a produit que très-peu de fruits. Les annales de l'astronomie conjecturale n'offrent guère qu'un long catalogue de suppositions et d'évaluations ridicules. Çà et là seulement on y

poindre des aperçus ingénieux et vrais ; mais ils se ıvent en si mauvaise compagnie, mais on les appuie des bases si fragiles, qu'ils perdent presque toute eur, même auprès des esprits les plus pénétrants. Il a eu, il ne pouvait y avoir d'astronomie féconde que e qui s'est constamment appuyée sur l'observation cte et judicieuse des faits matériellement tangibles par instruments dont l'homme a pu armer sa vue.

## CHAPITRE VIII

### DES OBSERVATOIRES — DES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET DES CIRCONSTANCES QUI LES FAVORISENT

On ne peut guère espérer faire désormais des décou-es astronomiques d'une grande importance que dans établissements spéciaux construits avec une solidité ute épreuve et à l'aide d'instruments délicats. Comme it Bailly, il faut, pour l'observation des astres, un lieu réunisse et la sérénité du ciel et le silence de la aite.

Guillaume IV, landgrave de Hesse, fit bâtir, en 1561, observatoire sur le château de Cassel et y plaça les ruments qui lui servirent pour la formation du cata-ue de neuf cents étoiles dont la science lui est rede-le.

C'est dans l'île d'Hwen que se trouvait l'observatoire rapibourg où Tycho-Brahé fit, de 1580 à 1597, les ombrables et belles observations qui ont servi de fon-ent à l'astronomie moderne.

es sollicitations de Longomontanus déterminèrent

plus tard le Danemark à fonder l'observatoire de Copenhague qui, commencé en 1632, fut achevé en 1656.

Hévélius fit bâtir à Danzig, sur sa propre maison, en 1641, un observatoire qui a été le théâtre de tous ses travaux.

L'Observatoire de Paris a été construit sous le règne de Louis XIV, d'après les dessins du célèbre architecte de la colonnade du Louvre, Claude Perrault. Les 20 et 21 juin 1667, les premiers membres de l'Académie des sciences de France déterminèrent, par des observations astronomiques, l'orientation des murs principaux, mais on ne commença à y travailler sérieusement qu'en 1668. L'édifice fut achevé en septembre 1671 ; il avait coûté deux millions de francs.

D'après un premier projet, le local de l'Observatoire aurait renfermé non-seulement tous les moyens de suivre le cours des astres, mais encore les modèles des diverses machines qui paraîtraient susceptibles d'applications utiles, et même des laboratoires de chimie. L'Académie des sciences devait y tenir ses séances. Ce projet ayant été modifié pendant la durée des travaux, le bâtiment fut exclusivement destiné à l'astronomie. Malheureusement l'architecte, quoique peu au fait des besoins des observateurs, les consulta rarement ou refusa de suivre leurs avis. Dans son opinion, un observatoire devait indispensablement être très-élevé. Il construisit donc un immense édifice d'où l'on ne pouvait apercevoir toutes les régions du ciel qu'en se plaçant en plein air sur la plate-forme supérieure. Partout ailleurs la masse du bâtiment devenait le plus fâcheux obstacle.

'errault crut que les astronomes modernes ne pour-
nt pas se passer d'un gnomon ; il disposa dès lors dans
entre de son édifice une immense salle très-élevée,
gée du sud au nord. S'il a commencé par cet instru-
t primitif, l'Observatoire de Paris a reçu du moins
cessivement les appareils les plus parfaits que les
onomes et les physiciens ont successivement inventés
ue les meilleurs constructeurs ont exécutés.

L'observatoire de Greenwich a été construit sous
rles II; il fut achevé au mois d'août 1676, époque à
uelle Flamsteed y est entré pour y faire les nombreu-
observations qui forment la base du catalogue bri-
nique.

Bientôt d'autres observatoires s'élevèrent à Leyde en
0, à Nuremberg en 1692, à Bologne en 1709, à
lin en 1710, à Altorf en 1713, à Lisbonne en 1722,
étersbourg en 1725, et à Utrecht en 1727.

Tous les gouvernements de l'Europe, au XIXe siècle,
blent s'être concertés pour améliorer les anciens obser-
oires ou pour en créer de nouveaux. Dans la Grande-
tagne, outre l'observatoire de Greenwich, illustré par
nsteed, Halley, Bradley, Maskelyne, Pound, Airy,
été construits les observatoires d'Edinburgh, de Glas-
, de Cambridge, de Durham, d'Oxford, de Dublin,
rmagh, de Parsonstown, de Markree, de Liverpool,
berdeen, d'Ashurt, de Bedford, de Birr castle, de
nheim, de Bushey-Heath, de Kensington, de Maker-
n, d'Ormskirk, de Portsmouth, de Regent's Park, de
hmond, de South Kilworth, de Starfield, enfin celui
Slough, célèbre par les travaux de William Herschel.

Le Danemark, outre celui de Copenhague, possède à Altona un observatoire modèle. La Suède a formé de beaux établissements astronomiques à Stockholm, à Upsal et à Christiania.

La Russie, non contente d'avoir fondé de très-utiles observatoires à Dorpat, à Abo, à Helsingfors, à Kiev, à Mitau, à Kazan, à Moscou, à Vilna, à Varsovie, à Nicolaïew sur la mer Noire, a voulu que Pétersbourg eût un véritable monument astronomique, et elle a érigé l'observatoire placé sur la colline de Poulkova.

La Prusse, outre un nouvel observatoire à Berlin, possède des établissements astronomiques à Bonn, à Bilk, près de Düsseldorf, à Breslau et à Kœnigsberg.

La Bavière peut se glorifier de l'établissement fondé à Munich; le Hanovre de celui de Gœttingue; le grand-duché de Bade, de celui de Manheim; les villes de Hambourg et de Brême, de ceux qu'elles ont construits; la Suisse, de ceux de Genève, de Berne et de Zurich; l'Autriche, après celui de Vienne, des observatoires de Kremsmünster, de Prague, de Senftenberg, de Bude; la Belgique, de celui de Bruxelles; l'Espagne, de celui de Cadix.

En France, outre l'Observatoire de Paris, on a les établissements de Marseille et de Toulouse.

En Italie, on nomme les observatoires d'Avulli, de Bologne, de Vérone, de Palerme, de Capo di Monte, de Florence, de Milan, de Padoue, de Turin, de Parme, de Rome.

Le nouveau monde a pris à son tour un grand intérêt aux recherches astronomiques. Les États-Unis d'Améri-

possèdent de magnifiques observatoires placés à cinnati, à Washington, à Toronto et à Cambridge. Antilles, il y a un observatoire dans l'île Sainte-ix. Dans l'Amérique du sud, il existe un observa-e à Santiago du Chili.

Dans les colonies anglaises, on cite les beaux observa-es de Malte, du cap de Bonne-Espérance, de Sainte-ène, de Sydney dans la Nouvelle-Hollande, de Madras e Bénarès. Enfin, il faut nommer aussi l'observatoire arquable construit aux frais du rajah de Trévandrum, s du cap Comorin, et en Chine, l'observatoire impérial Pékin.

Tout compte fait, il existe au moins 90 observatoires milieu du XIXe siècle.

Le public manifeste incessamment le désir de visiter observatoires; la nature des travaux qu'on exécute s ces établissements s'oppose à ce qu'on puisse satis-e sa curiosité. C'est dans la plus grande tranquillité, de toute distraction, qu'il est possible de donner aux ervations toute la précision que les progrès de la nce exigent désormais.

Les astronomes praticiens les plus habiles ont souvent d'être étonnés que par un ciel dont la pureté sem-ait devoir être très-favorable à l'étude de la consti-on physique des astres, les grands instruments fonc-nent imparfaitement. Les circonstances qui rendent images télescopiques diffuses, mal terminées, ondu-es, ne sont encore ni complétement connues, ni sur- exactement définies.

e réunirai ici diverses remarques que les amateurs

d'astronomie liront peut-être avec plaisir ; elles se trouvent pour la plupart disséminées dans les nombreux mémoires de William Herschel.

Aucune observation délicate, c'est-à-dire aucune observation exigeant une force amplificative un peu grande, ne réussira, si l'on tente de la faire en regardant par la fenêtre d'un appartement, ou à travers la trappe du toit d'un observatoire.

Il est bon d'éviter les lieux abrités, même quand le télescope est placé en plein air.

S'il fait du vent, les images télescopiques ne sont pas, en général, très-distinctes. Le vent doit produire ce mauvais effet en mêlant entre elles des couches atmosphériques de différentes températures [1].

Les aurores boréales nuisent quelquefois aux observations astronomiques, elles semblent rendre tous les objets ondulants. Le plus ordinairement elles sont sans effet.

S'il était vrai, comme Herschel l'admet avec plusieurs météorologistes, que les aurores boréales fussent l'indice (cause ou effet) de grands changements de température dans les différentes régions de l'atmosphère, leur influence pourrait être assimilée à celle du vent.

1. Lorsqu'il rédigeait cet aphorisme d'astronomie pratique sous l'influence d'un fait particulier, Herschel s'abandonnait peut-être un peu hâtivement à l'esprit de généralisation. Voici, en effet, ce que je trouve dans les *Transactions* de 1815, p. 322 : « Le vent ne nuit pas à la netteté des images télescopiques. Par des vents violents on peut se servir de pouvoirs amplificatifs très-considérables, pourvu que le pied de l'instrument ne soit pas ébr[illegible] [illegible] l'ignore si le grand observateur a jamais remarqué à [illegible] [illegible]'est contredit touchant l'influence du vent sur les [illegible]o-nomiques.

n astre ne paraît jamais bien terminé quand les rayons nous le font voir ont passé à une petite hauteur au-us du toit d'un édifice. Au-dessus d'un toit il y a tou-s, en effet, un mouvement atmosphérique provenant mélange de couches inégalement échauffées.

uand l'atmosphère est sèche, les télescopes fonction-t mal.

uand, au contraire, l'atmosphère est très-chargée midité, les images des astres ont une netteté remar-ble.

ette netteté existe aussi par un ciel brumeux, et, par-ièrement, par un temps de brouillard. Le brouillard e aux images télescopiques toute la pureté de leurs ours, jusqu'au moment où, par voie d'obscurcisse-t, il les fait totalement disparaître.

uelquefois il arrive que par un temps en apparence -favorable, les astres ont des contours mal définis. , dit Herschel, peut tenir à la présence d'une atmo-re sèche qu'un vent d'est a apportée dans les hautes ons, ou dépendre du mélange de couches de diffé-es températures, résultat du conflit de vents supé-rs diversement orientés.

uand une gelée subite vient de succéder à un temps x ; quand un dégel vient tout à coup remplacer une ue gelée, les télescopes terminent mal les astres.

n ne doit pas non plus s'attendre à de bons résultats, noment où un télescope vient d'être transporté d'une e chaude en plein air.

our généraliser, il faut dire que si le miroir de l'in-ment n'est pas à la température de l'air qui l'entoure,

la vision sera imparfaite; alors on ne pourra pas employer utilement de forts grossissements.

Le fait se rattache d'ailleurs à une cause physique évidente. Tout le monde comprendra, en effet, qu'un miroir de télescope, pendant qu'il se réchauffe dans sa monture, ou pendant qu'il se refroidit, n'a pas la même température sur tous ses points; que la suite nécessaire de cette inégale distribution de la chaleur doit être une déformation de la surface polie et réfléchissante du miroir et une imperfection dans l'image focale.

On rend compte de la même manière, de l'allongement de foyer qu'Herschel remarquait dans ses télescopes à miroirs métalliques[1], quand il les appliquait à l'observation du Soleil. Cette explication, le célèbre astronome l'a confirmée, en plaçant près du miroir, en avant ou en arrière, un petit boulet de fer chaud. Les rayons calorifiques partant du boulet, échauffaient inégalement le miroir de métal et le déformaient en allongeant son foyer.

Quand on veut comparer théoriquement, sous le rapport de la clarté, un télescope à une lunette; en d'autres termes, quand on veut savoir si un instrument, où l'image destinée à l'amplification se forme par voie de réflexion sur un miroir courbe, donne plus ou moins de lumière qu'un autre instrument dans lequel cette même image s'engendre par réfraction à travers une lentille de verre, il faut soigneusement tenir compte des pertes qui s'opèrent dans la transmission à travers les verres et dans

1. Le Soleil occasionne un effet inverse; il produit un raccourcissement de la distance focale, quand le miroir du télescope est en verre. On ne sait pas encore la cause de cette anomalie.

te de la réflexion sur les miroirs. Celui qui ne se occuperait que des ouvertures réelles des deux instru- nts arriverait à des résultats très-erronés. Herschel it, d'après les méthodes photométriques de Bouguer, expériences qui fournissent les éléments nécessaires r réduire, à l'aide du calcul, le télescope à la lunette. éléments, les voici :

i 100,000 rayons tombent à peu près perpendiculai- ent sur un miroir plan, parfaitement poli et de l'espèce liage qu'Herschel employait dans ses télescopes, il 'en réfléchira que 67,300.

près une autre réflexion également rectangulaire sur second miroir, si l'absorption s'opérait dans la même portion, il ne resterait plus que 45,200 rayons, sur 100,000 dont se composait le faisceau incident.

es transmissions à travers des verres sont une cause perte de lumière beaucoup moins forte. Herschel a vé, en opérant sur une lame de verre ordinaire à s parallèles, parfaitement polie et d'une épaisseur à près égale à celle des oculaires d'un fort grossisse- t, que de 100,000 rayons qui tombent perpendicu- ement sur un pareil verre, il en passe 94,800.

e ferai suivre ces déterminations d'Herschel, d'une ion historique dont les physiciens seront étonnés. Je ve dans le tome x, p. 505 des *Mémoires de l'Acadé- des sciences*, quelques remarques de Huygens sur le scope à réflexion de Newton. Une d'elles est ainsi que : « Je compte pour un troisième avantage, que la réflexion du miroir de métal il ne se perd point de ons, comme aux verres qui en réfléchissent une

quantité notable par chacune de leurs surfaces, et en interceptent encore une partie par l'obscurité de leur matière. » Huygens n'avait donc, en 1672, aucune idée de l'absorption qu'éprouve la lumière dans l'acte de la réflexion sur des miroirs métalliques!

## CHAPITRE IX

### TABLE CHRONOLOGIQUE DES PRINCIPALES DÉCOUVERTES ASTRONOMIQUES

J'ai pensé devoir terminer cet ouvrage par une table chronologique qui résumerait les découvertes faites en astronomie.

L'emploi des instruments perfectionnés exercera toujours la plus grande influence sur le progrès des sciences; aussi je donnerai d'abord une table des dates de l'invention ou de l'application des instruments employés en astronomie.

On se servait de besicles vers..... 1300
Le thermomètre a été employé vers..... 1600
Les lunettes d'approche ont été inventées par Lippershey, à Middelbourg, en..... 1606
Kepler a eu la première idée de la lunette astronomique à deux verres convexes, en..... 1611
La description du vernier a été publiée en..... 1631
Morin a appliqué la lunette aux arcs divisés, en... 1634
Mersenne a décrit un télescope à réflexion en..... 1639
Invention du baromètre (Torricelli)..... 1643
Application du pendule aux horloges (Huygens)... 1656
Micromètre à plaque (Huygens)..... 1659
Description du télescope de Gregory..... 1663
Micromètre à fil (Auzout) ..... 1666
Exécution du télescope de Newton..... 1672
Lunette méridienne (Rœmer)..... 1700

| | |
|---|---|
| Pendule à compensation (Graham)..... | 1715 |
| Sextant à réflexion (Halley)..... | 1731 |
| Héliomètre (Bouguer)..... | 1747 |
| Échappement libre (Le Roy)..... | 1748 |
| Première idée de la répétition des angles (Mayer). | 1752 |
| Découverte des lunettes achromatiques (Dollond).. | 1758 |
| Ressorts spiraux isochrones (Pierre Le Roy)..... | 1766 |
| Cercle de réflexion (Mayer)..... | 1767 |
| Micromètre de cristal de roche (Rochon)..... | 1777 |
| Cercle répétiteur astronomique (Borda)..... | 1786 |
| Lunette polariscope [1] ..... | 1811 |

Voici maintenant la table des principales découvertes ronomiques :

| | |
|---|---|
| | Av. J.-C. |
| Découverte de la précession des équinoxes (Hipparque)..... | 120 |
| | Ap. J.-C |
| Découverte du déplacement du périgée solaire (Albategnius)..... | 900 |
| Fernel mesure un arc du méridien..... | 1528 |
| Système du monde (Copernic)..... | 1543 |
| Taches du Soleil; rotation de cet astre (Galilée)... | 1610 |
| Satellites de Jupiter (Galilée)..... | 1610 |
| Phases de Vénus (Galilée)..... | 1611 |
| Lois de Kepler..... | 1619 |
| Descartes publie la loi de la réfraction..... | 1629 |
| Morin observe le premier les étoiles et les planètes en plein jour..... | 1635 |
| Huygens découvre le quatrième satellite de Saturne. | 1655 |
| Huygens explique les phénomènes de l'anneau.... | 1659 |
| Rotation de Jupiter (Cassini)..... | 1665 |
| Rotation de Vénus (Cassini)..... | 1666 |
| Rotation de Mars (Cassini)..... | 1666 |
| Le cinquième satellite de Saturne (Cassini)..... | 1671 |
| Richer montre, par l'expérience, que la pesanteur des corps diminue quand on s'approche de l'équateur..... | 1672 |
| Cassini aperçoit le troisième satellite de Saturne... | 1672 |
| Vitesse de la lumière (Rœmer)..... | 1675 |

. M. Arago.

Loi de l'attraction universelle (Newton)..... 1682
Cassini découvre les deux premiers satellites de Saturne..... 1684
Aplatissement de Jupiter (Cassini)..... 1691
Aberration de la lumière (Bradley)..... 1728
Les académiciens français démontrent l'aplatissement du globe par la mesure de plusieurs degrés. 1744
Nutation de l'axe de la Terre (Bradley)..... 1747
Herschel reconnaît le mouvement d'Uranus..... 1781
Aplatissement de Mars (Herschel)..... 1784
Découverte de deux satellites d'Uranus (Herschel). 1787
Rotation et aplatissement de Saturne (Herschel)... 1789
Herschel découvre le sixième et le septième satellite de Saturne..... 1789
Découverte des troisième et quatrième satellites d'Uranus (Herschel)..... 1790
Découverte des cinquième et sixième satellites d'Uranus (Herschel)..... 1794
Rotation de Mercure (Schrœter)..... 1800
Découverte de Cérès (Piazzi)..... 1801
Découverte de Pallas (Olbers)..... 1802
Découverte de Junon (Harding)..... 1803
Découverte de Vesta (Olbers)..... 1807
Découverte de l'enveloppe gazeuse solaire par la polarisation [1]..... 1811
Nombreuses petites planètes comprises entre Mars et Jupiter, découvertes entre..... 1845 et 1853
Découverte de la planète Neptune (Le Verrier, Galle). 1846
Découverte d'un satellite de Neptune (Lassell)..... 1847
Découverte du huitième satellite de Saturne (Bond et Lassell)..... 1848
Découverte des septième et huitième satellites d'Uranus (Lassell)..... 1851

Toutes les personnes de bonne foi qui jetteront un coup 'œil sur cette table reconnaîtront, je n'en doute pas, que ans l'histoire du progrès des connaissances humaines, rogrès qui sera sans doute indéfini, les travaux des

1. M. Arago.

onomes de la première moitié du XIXe siècle sont parables aux plus fécondes recherches des savants cultivent les autres sciences. Même pour ceux qui ne ent des découvertes que par leur utilité directe, l'as-omie sera toujours la science la plus digne des nobles rts et de l'application soutenue de l'intelligence de mme.

FIN DU TOME QUATRIÈME ET DERNIER DE L'ASTRONOMIE POPULAIRE.

# TABLE DES MATIÈRES

## DU TOME QUATRIÈME

---

## LIVRE XXIII

### ATTRACTION UNIVERSELLE


Pages.

CHAPITRE PREMIER. — Avant-propos..... 1

CHAPITRE II. — Lois de l'attraction exercée par les corps les uns sur les autres..... 2

CHAPITRE III. — Détermination de la masse du Soleil..... 14

CHAPITRE IV. — Perturbations du mouvement des planètes.. 16

CHAPITRE V. — Perturbations du mouvement des comètes.. 25

CHAPITRE VI. — De l'éther..... 27

CHAPITRE VII. — Masse des planètes..... 32

CHAPITRE VIII. — Densité de la Terre..... 34

CHAPITRE IX. — Densités des planètes..... 39

CHAPITRE X. — Pesanteur à la surface du Soleil et des planètes..... 41

CHAPITRE XI. — Comparaisons vulgaires destinées à donner des idées exactes de l'étendue du firmament et de la grandeur des astres qu'on y observe..... 43

CHAPITRE XII. — De la pesanteur à la surface de la Terre.. 46

CHAPITRE XIII. — Attraction des montagnes..... 70

CHAPITRE XIV. — Du système métrique..... 73

CHAPITRE XV. — Cause de l'aplatissement de la Terre..... 80

CHAPITRE XVI. — Cause des perturbations principales du mouvement de la Lune..... 82

CHAPITRE XVII. — Perturbations du mouvement de la Lune produites par l'aplatissement de la Terre..... 84

Pages.

ITRE XVIII. — Parallaxe solaire déduite des perturbations du mouvement de la Lune..... 87
ITRE XIX. — De l'inégalité séculaire du mouvement de la Lune..... 88
ITRE XX. — Causes de la libration de la Lune..... 90
ITRE XXI. — De la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe de la Terre..... 93
ITRE XXII. — Fixité des pôles de la Terre..... 102
ITRE XXIII. — Constance de la durée du jour..... 103
ITRE XXIV. — Des marées..... 105
ITRE XXV. — Des tremblements de Terre..... 115
ITRE XXVI. — Sur les marées de l'atmosphère..... 116
ITRE XXVII. — Sur la transmission de l'attraction..... 117

## LIVRE XXIV

### MARS

ITRE PREMIER. — Aspect de Mars.— Son mouvement par rapport au Soleil..... 121
ITRE II. — Grandeur de Mars..... 124
ITRE III. — Phases de Mars..... 126
ITRE IV. — Taches permanentes de Mars. — Son mouvement de rotation..... 127
ITRE V. — Aplatissement de Mars..... 130
ITRE VI. — Les saisons sur Mars..... 131
ITRE VII. — Couleur de Mars..... 135
ITRE VIII. — Sur l'atmosphère de Mars..... 137

## LIVRE XXV

### PETITES PLANÈTES COMPRISES ENTRE MARS ET JUPITER

ITRE PREMIER. — Découverte des petites planètes. — Loi de Titius..... 141
ITRE II. — Cérès..... 145

Pages.
ITRE III. — Pallas..... 146
ITRE IV. — Junon..... 147
ITRE V. — Vesta..... 148
ITRE VI. — Astrée..... 149
ITRE VII. — Hébé..... 150
ITRE VIII. — Iris..... 150
ITRE IX. — Flore..... 151
ITRE X. — Métis..... 152
ITRE XI. — Hygie..... 152
ITRE XII. — Parthénope..... 153
ITRE XIII. — Victoria..... 154
ITRE XIV. — Égérie..... 155
ITRE XV. — Irène..... 155
ITRE XVI. — Eunomia..... 156
ITRE XVII. — Psyché..... 157
ITRE XVIII. — Thétis..... 157
ITRE XIX. — Melpomène..... 158
ITRE XX. — Fortuna..... 158
ITRE XXI. — Massalia..... 159
ITRE XXII. — Lutetia..... 160
ITRE XXIII. — Calliope..... 160
ITRE XXIV. — Thalie..... 161
ITRE XXV. — Phocea..... 161
ITRE XXVI. — Thémis..... 162
ITRE XXVII. — Proserpine..... 163
ITRE XXVIII. — Euterpe..... 163
ITRE XXIX. — Bellone..... 164
ITRE XXX. — Amphitrite..... 165
ITRE XXXI. — Uranie..... 165
ITRE XXXII. — Euphrosine..... 166
ITRE XXXIII. — Pomone..... 166
ITRE XXXIV. — Polymnie..... 167
ITRE XXXV. — Circé..... 168
ITRE XXXVI. — Leucothée..... 168
ITRE XXXVII. — Atalante..... 169

## ASTRONOMIE POPULAIRE.

Pages.
TRE XXXVIII. — Fides..... 169
TRE XXXIX. — Léda..... 170
TRE XL. — Lætitia..... 171
TRE XLI. — Harmonia..... 171
TRE XLII. — Daphné..... 172
TRE XLIII. — Isis..... 172
TRE XLIV. — Conjectures sur l'origine des petites pla-
ètes..... 173

## LIVRE XXVI

### MÉTÉORES COSMIQUES

TRE PREMIER. — Avant-propos..... 181
TRE II. — Aérolithes..... 182
Composition chimique des aérolithes..... 182
Chutes d'aérolithes avant le commencement de notre ère. 184
Aérolithes tombés à des époques qu'on ne peut pas
déterminer..... 185
Chute d'aérolithes depuis le commencement de notre ère. 186
Masses de fer auxquelles on peut attribuer une origine
météorique..... 205
Chutes de poussières..... 208
TRE III. — Sur l'origine des aérolithes..... 216
TRE IV. — Accidents causés par des aérolithes..... 224
TRE V. — Des bolides..... 229
TRE VI. — Des étoiles filantes..... 285
TRE VII. — Notions historiques sur l'explication des
météores cosmiques..... 315

## LIVRE XXVII

### JUPITER

TRE PREMIER. — Aspect de Jupiter. — Son mouvement
par rapport au Soleil..... 323
TRE II. — Grandeur de Jupiter..... 326

Pages.

CHAPITRE III. — Taches de Jupiter. — Son mouvement de rotation..... 328
CHAPITRE IV. — Forme de Jupiter..... 331
CHAPITRE V. — Bandes de Jupiter. — Son atmosphère..... 333
CHAPITRE VI. — Intensité de la lumière de Jupiter..... 344
CHAPITRE VII. — Comparaison des intensités des régions polaires et des régions équatoriales de Jupiter..... 346
CHAPITRE VIII. — Satellites de Jupiter. — Leurs mouvements apparents autour de cette planète..... 346
CHAPITRE IX. — Historique de la découverte des satellites.. 350
CHAPITRE X. — Masse de Jupiter..... 355
CHAPITRE XI. — Grandeur des satellites de Jupiter..... 357
CHAPITRE XII. — Mouvements propres des satellites de Jupiter. 360
CHAPITRE XIII. — Détermination des longitudes terrestres par l'observation des éclipses des satellites de Jupiter.... 364
CHAPITRE XIV. — Les satellites peuvent-ils être aperçus à l'œil nu?..... 368
CHAPITRE XV. — Passage des ombres sur le disque de la planète. — Taches des satellites. — Rotation de ces astres... 372
CHAPITRE XVI. — Grandeurs apparentes des satellites très-variables et conséquences qu'on a déduites de ce fait.... 377
CHAPITRE XVII. — Couleurs des satellites..... 380
CHAPITRE XVIII. — Passage des satellites sur le disque de Jupiter..... 381

## LIVRE XXVIII

### VITESSE DE LA LUMIÈRE ET ABERRATION

CHAPITRE PREMIER. — Avant-propos..... 385
CHAPITRE II. — Remarques sur les phénomènes que présentent les éclipses des satellites de Jupiter..... 385
CHAPITRE III. — Influence de la vitesse de la lumière sur les valeurs observées de la révolution synodique des satellites de Jupiter..... 391
CHAPITRE IV. — Exemple familier destiné à faire comprendre les considérations qui ont conduit à la détermination de

Pages.
vitesse de la lumière par l'observation des éclipses des tellites de Jupiter..... 395
TRE V. — Détermination de la vitesse de la lumière par s éclipses des satellites de Jupiter..... 398
TRE VI. — Historique de la découverte de la vitesse de lumière..... 401
TRE VII. — Aberration des étoiles..... 402
TRE VIII. — Théorie de l'aberration..... 404
TRE IX. — Historique de la découverte de l'aberration. 412
TRE X. — Égalité de la vitesse de la lumière émanant des vers corps..... 413
TRE XI. — Aberration des planètes..... 415
TRE XII. — Le phénomène de l'aberration considéré mme un moyen de déterminer la distance de la Terre Soleil..... 417
TRE XIII. — Mesure de la vitesse de la lumière par des servations faites sur la Terre à de courtes distances... 418
TRE XIV. — Détermination de la vitesse de la lumière r l'observation des phases d'Algol..... 425

## LIVRE XXIX

### SATURNE

TRE PREMIER. — Aspect de Saturne. — Son mouvement par rapport au Soleil..... 431
TRE II. — Grandeur de Saturne..... 435
TRE III. — Anneau de Saturne..... 436
TRE IV. — Historique de la découverte de l'anneau de turne..... 442
TRE V. — Bandes de Saturne. — Son atmosphère..... 454
TRE VI. — Rotation, figure et aplatissement de Saturne. 456
TRE VII. — Satellites de Saturne..... 460
TRE VIII. — Historique de la découverte des satellites Saturne..... 462
TRE IX. — Rotation de l'anneau de Saturne..... 466
TRE X. — L'anneau de Saturne a-t-il été formé aux pens de la queue d'une comète qui dans sa course vint passer très-près de la planète?..... 472

## LIVRE XXX

### URANUS

Pages.

CHAPITRE PREMIER. — Aspect d'Uranus. — Son mouvement par rapport au Soleil..... 477
CHAPITRE II. — Histoire de la découverte d'Uranus..... 479
CHAPITRE III. — Anciennes observations d'Uranus..... 487
CHAPITRE IV. — Grandeur d'Uranus. — Sa forme. — Sa rotation. 489
CHAPITRE V. — Satellites d'Uranus..... 494

## LIVRE XXXI

### NEPTUNE

CHAPITRE PREMIER. — Aspect de Neptune. — Son mouvement par rapport au Soleil..... 507
CHAPITRE II. — Grandeur de Neptune..... 508
CHAPITRE III. — Historique de la découverte de Neptune.... 509
CHAPITRE IV. — Anciennes observations de Neptune..... 523
CHAPITRE V. — Satellites de Neptune..... 526

## LIVRE XXXII

### SAISONS ET CLIMATS

CHAPITRE PREMIER. — Avant-propos..... 527
CHAPITRE II. — Thermomètres. — Températures..... 528
CHAPITRE III. — Communication de température par voie de contact..... 530
CHAPITRE IV. — Communication de température par voie de rayonnement. — Équilibre mobile de température..... 532
CHAPITRE V. — Pouvoir rayonnant ou émissif des corps et pouvoir absorbant..... 534
CHAPITRE VI. — Comment les corps se refroidissent en rayonnant leur chaleur vers les régions de l'espace..... 535
CHAPITRE VII. — Échauffement des corps par l'action des rayons solaires. — Composition de ces rayons. — Action chimique. — Rayons réfléchis, absorbés, transmis..... 541

Pages.

TRE VIII. — Propriétés de la chaleur qui est mêlée aux ımières terrestres. — Substances diathermanes... .... 546

TRE IX. — Échauffement des eaux de l'Océan. — Capacité ɔ l'eau pour la chaleur. — Chaleur spécifique, chaleur ınsible et chaleur latente de la glace (eau gelée), de ɜau liquide et de la vapeur d'eau. — Froid qui accom- ıgne toujours l'évaporation..... 548

TRE X. — Échauffement de l'air..... 553

TRE XI. — Températures moyennes..... 555

TRE XII. — Explication des saisons..... ..... 558

TRE XIII. — Sur les froids périodiques de février et de ai..... 568

TRE XIV. — Égalité de température moyenne pour tous s points d'un horizon de terre ferme déterminé. — ifférence entre les températures moyennes dans les villes en rase campagne..... 570

TRE XV. — Températures moyennes de l'Océan par verses latitudes..... 571

TRE XVI. — Différences entre les températures moyennes ɜs lieux semblablement situés au nord et au midi de l'é- ıateur. — Le Soleil verse une égale quantité de chaleur ır les deux hémisphères terrestres..... 574

TRE XVII. — Explication de la différence qui existe ıtre les températures moyennes de lieux semblablement tués au nord et au midi de l'équateur..... 576

TRE XVIII. — Explication des différences de tempéra- re qui existent entre les côtes orientales et les côtes ɜcidentales des deux continents. — Climat rigoureux de ımérique septentrionale..... 579

TRE XIX. — Les vents. — Brises de terre et de mer gléés par l'échauffement et le refroidissement inégaux ı la terre et des eaux. — Moussons. — Vents alizés. — ɜnts d'impulsion et d'aspiration. — Harmattan. — Se- oun. — Chamsin. — Vitesses des diverses sortes de nts. — Influence des chaînes de montagnes et des pla- ıux élevés sur la propagation des vents..... 598

TRE XX. — Action des courants pélagiques et des mers r les climats..... 598

TRE XXI. — Climats. — Durées des jours et des nuits en fférents lieux et à différentes époques. — Zones terrestres. 600

Pages.

HAPITRE XXII. — Lignes isothermes. — Nécessité de tenir compte dans le tracé de ces lignes de la hauteur des stations où les observations ont été faites. — Limite inférieure des neiges perpétuelles..... 608
HAPITRE XXIII. — Les travaux des hommes peuvent-ils modifier le climat d'un lieu donné?..... 619
HAPITRE XXIV. — Les climats ont-ils été intervertis par des bouleversements récents?..... 620
HAPITRE XXV. — Les comètes peuvent-elles modifier sensiblement le cours des saisons?..... 625
HAPITRE XXVI. — Données numériques relatives aux climats. 642

## LIVRE XXXIII

### LE CALENDRIER

HAPITRE PREMIER. — Avant-propos..... 647
HAPITRE II. — Définitions..... 648
HAPITRE III. — La semaine..... 650
HAPITRE IV. — L'ordre des jours de la semaine suivant les astrologues..... 654
HAPITRE V. — Quel est le premier jour de la semaine?..... 656
HAPITRE VI. — Des mois..... 658
HAPITRE VII. — Mois égyptiens..... 659
HAPITRE VIII. — Mois grecs..... 659
HAPITRE IX. — Mois romains..... 661
HAPITRE X. — Mois du calendrier républicain..... 666
HAPITRE XI. — Des diverses années solaires..... 667
HAPITRE XII. — De l'année égyptienne. — Année vague. — Période sothiaque..... 669
HAPITRE XIII. — Année grecque. — Cycle de Méton. — Cycle de Calippe..... 672
HAPITRE XIV. — Année romaine..... 674
HAPITRE XV. — Réformation julienne..... 675
HAPITRE XVI. — Année juive..... 678
HAPITRE XVII. — Année musulmane..... 679
HAPITRE XVIII. — Année chinoise..... 681
HAPITRE XIX. — Année persane au XI^e siècle..... 682

## ASTRONOMIE POPULAIRE.

Pages.

ITRE XX. — Réformation grégorienne. — Année des hrétiens de l'ancien et du nouveau style. — Époque de 'adoption de la réformation chez les différents peuples. — Différence entre les dates de l'année julienne et de 'année grégorienne. — Dates des Russes..... 683

ITRE XXI. — Commencement de l'année..... 690

ITRE XXII. — Commencement de l'année dans le calendrier républicain..... 693

ITRE XXIII. — Olympiades et lustres..... 694

ITRE XXIV. — Indiction..... 695

ITRE XXV. — Siècle..... 696

ITRE XXVI. — Des ères..... 697

ITRE XXVII. — Ère du monde..... 697

ITRE XXVIII. — Ère olympique ou des olympiades..... 698

ITRE XXIX. — Ère de la fondation de Rome..... 699

ITRE XXX. — Ère de Nabonassar..... 699

ITRE XXXI. — Ère chrétienne..... 700

ITRE XXXII. — Ère mahométane ou de l'hégire..... 701

ITRE XXXIII. — Ère du calendrier républicain..... 702

ITRE XXXIV. — Fêtes mobiles du calendrier ecclésiastique chrétien. — Fête de Pâques..... 702

ITRE XXXV. — Usage des nombres d'or pour fixer les lates des fêtes de l'église..... 705

ITRE XXXVI. — Epactes. — Comput ecclésiastique..... 706

ITRE XXXVII. — Lettres dominicales. — Calendriers perpétuels..... 709

ITRE XXXVIII. — Calcul des lettres dominicales. — Cycle solaire..... 715

ITRE XXXIX. — Fêtes musulmanes..... 716

ITRE XL. — Fêtes juives..... 717

ITRE XLI. — Arrivera-t-il un temps où les jours seront égaux entre eux, et jouiront de la même température toute l'année?..... 719

ITRE XLII. — Avant les temps historiques l'année fut-elle composée d'un nombre rond de jours sans fraction?..... 722

ITRE XLIII. — Grande année..... 724

ITRE XLIV. — Manières différentes dont les chronologistes et les astronomes comptent les années antérieures à l'ère chrétienne..... 728

Pages.

CHAPITRE XLV. — A quelle date a fini le XVIII^e siècle? A quelle date a commencé le XIX^e siècle? ..... 729
CHAPITRE XLVI. — Sur les moyens de se rappeler quels sont les mois de 30 et de 31 jours ..... 730
CHAPITRE XLVII. — Cycle chronologique, dit julien ..... 732
CHAPITRE XLVIII. — Des almanachs et des calendriers ..... 736
CHAPITRE XLIX. — Éphémérides et annuaires ..... 740
CHAPITRE L. — Mesure du temps par le mouvement du Soleil. — Établissement des gnomons et des cadrans solaires. — Détermination de la position d'un lieu. — Usage des éphémérides. — Octant. — Sextant. — Cercle de réflexion. — Dépression de l'horizon. — Astronomie nautique ..... 742

## LIVRE XXXIV

### MÉLANGES URANOGRAPHIQUES

CHAPITRE PREMIER. — Introduction ..... 759
CHAPITRE II. — L'astronomie pour un observateur placé successivement au centre et à la surface du Soleil ..... 760
CHAPITRE III. — L'astronomie pour un observateur situé sur Mercure ..... 763
CHAPITRE IV. — L'astronomie pour un observateur situé sur Jupiter ..... 765
CHAPITRE V. — L'astronomie pour un observateur situé sur Saturne ..... 768
CHAPITRE VI. — Les phénomènes astronomiques tels qu'ils se montreraient à un astronome placé sur la Lune ..... 770
CHAPITRE VII. — De l'astrologie ..... 774
CHAPITRE VIII. — Des observatoires. — Des observations astronomiques et des circonstances qui les favorisent ..... 778
CHAPITRE IX. — Table chronologique des principales découvertes astronomiques ..... 787

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME QUATRIÈME ET DERNIER DE L'ASTRONOMIE POPULAIRE

# TABLE DES FIGURES

## DU TOME QUATRIÈME


Pages.

Attraction de la Terre sur la Lune..... 7
Coupe verticale de l'appareil de Cavendish pour la mesure de la densité moyenne de la Terre..... 36
Plan de l'appareil de Cavendish pour la mesure de la densité moyenne de la Terre..... 37
Boule de platine du pendule de Borda et du pendule de MM. Arago et Biot..... 51
Couteau de suspension du pendule de MM. Arago et Biot.. 51
Plan de suspension du pendule..... 52
Dispositions générales du pendule employé par MM. Arago et Biot..... 52
Barres de support du pendule de MM. Arago et Biot..... 53
Plan métallique destiné à la mesure de la longueur du pendule de MM. Arago et Biot..... 55
Couteau de suspension de la règle destinée à la mesure de la longueur du pendule de MM. Arago et Biot..... 56
Mécanisme du comparateur de Fortin..... 58
Vue de la règle posée sur le comparateur de Fortin..... 58
Vue du pendule de Borda..... 60
Partie supérieure et partie inférieure du pendule de Borda. 61
Plan de suspension du couteau du pendule de Borda..... 62
Règle de Borda pour mesurer la longueur du pendule. .. 64
Précession des équinoxes..... 97
Nutation de l'axe de la Terre..... 99
Grandeurs apparentes du disque de Mars aux distances extrêmes et à la distance moyenne à la Terre..... 125
Hémisphère sud de Mars..... 128
Hémisphère nord de Mars..... 129
Aérolithe de Santa-Rosa, réduit au dixième de sa hauteur.. 228

Fig. Pag.

327 Bolides observés à Paris de 1841 à 1853 par M. Coulvier-Gravier..... 272

328 Tableau circulaire des nombres de météores observés par groupes de cinq jours entre les années 960-1275..... 290

329 Grandeurs apparentes du disque de Jupiter aux distances extrêmes et à la distance moyenne à la Terre..... 327

330 Bandes obscures principales de Jupiter, d'après les mesures de M. Arago..... 342

331 Explication de la visibilité des immersions et des émersions des satellites de Jupiter dans le cône d'ombre.... 386

332 Mouvements relatifs réels de la Terre et de Jupiter..... 389

333 Relation entre la révolution sidérale et la révolution synodique des satellites de Jupiter..... 390

334 Variations des distances moyennes de la Terre à Jupiter aux diverses époques..... 393

335 Détermination de la vitesse de la lumière par les éclipses des satellites de Jupiter..... 399

336 Explication de l'aberration dans le cas de deux mouvements perpendiculaires..... 405

337 Explication de l'aberration dans le cas de deux mouvements obliques..... 405

338 Effet de la combinaison de la vitesse de la lumière et de la vitesse de la Terre sur la position apparente des étoiles..... 409

339 Appareil de M. Fizeau pour la mesure de la vitesse de la lumière par des observations faites sur la Terre à de courtes distances..... 416

340 Coupe de la lunette et du disque denté au repos dans l'appareil de M. Fizeau..... 421

341 Coupe de la lunette et du disque denté en mouvement avant la première éclipse du point lumineux dans l'appareil de M. Fizeau..... 422

342 Coupe de la lunette et du disque denté pendant la première éclipse du point lumineux dans l'appareil de M. Fizeau..... 423

343 Coupe de la lunette et du disque denté pour une vitesse double de celle qui a produit la première éclipse dans l'appareil de M. Fizeau..... 424

## ASTRONOMIE POPULAIRE.

Pages.

Grandeurs apparentes du disque de Saturne aux distances extrêmes et à la distance moyenne à la Terre..... 435
Vue perspective de Saturne et de son anneau..... 448
Aspect de Saturne et de son double anneau pour un observateur placé sur le prolongement de l'axe de la planète. 448
Grandeur apparente du disque d'Uranus à la distance moyenne de la planète à la Terre..... 491
Grandeur apparente du disque de Neptune à la distance moyenne de la planète à la Terre..... 508
Lignes isothermes de l'Ancien Monde, d'après la projection de M. Arago..... 610
Lignes isothermes du Nouveau Monde, d'après la projection de M. Arago..... 611
Lignes isothermes de l'hémisphère boréal, d'après la projection stéréographique..... 612
Lignes isothermes de l'hémisphère austral, d'après la projection stéréographique..... 613
Explication de l'ordre des noms des jours de la semaine, suivant les astrologues..... 654
Système de doigts étendus et de doigts fermés pour se rappeler quels sont les mois de 30 et de 31 jours..... 731
Saillies et creux des racines des doigts de la main fermée pour se rappeler quels sont les mois de 30 et de 31 jours..... 731
Armille..... 743
Gnomon..... 744
Gnomon à plaque percée..... 746
Principe des instruments à réflexion..... 751
Octant..... 753
Sextant..... 754
Cercle de réflexion..... 756

FIN DE LA TABLE DES FIGURES DU TOME QUATRIÈME

# TABLE ANALYTIQUE

DE

# L'ASTRONOMIE POPULAIRE

## A


**Abaissement** du Soleil. Angle pour la fin du crépuscule ou le commencement de l'aurore. III, 186.

**Abeille** (l'), ou la Mouche. Const. I, 319, 325.

**Aberration** de la lumière. Sa découverte. I, 441; IV, 789. — son peu d'importance numérique pour l'observation des mouvements des planètes. III, 37, note. || — de réfrangibilité. Explication. I, 107. || — de sphéricité. Définition. I, 105, 106.— aux foyers des miroirs télescopiques. I, 152. || — des étoiles. Explication. IV, 402. — Théorie. IV, 404. — Historique de la découverte. IV, 412. — Moyen de déterminer la distance de la Terre au Soleil par l'aberration. IV, 417. || — des planètes. Cause. IV, 415. — En quoi elle diffère de l'aberration des étoiles. IV, 416.

**Aboul-Wéfa.** Montagne lunaire. III, 448.

**Académie des sciences.** Nom donné à une montagne de Vénus. II, 521.

**Achernard** ou α d'Éridan. I, 314, 349.

**Achromatisme** des prismes, des lentilles, des lunettes. I, 110. — Travaux de Dollond. I, 182.

**Ackaïr**, ou Benetnasch, ou η de la Grande Ourse. I, 338.

**Aérolithes.** Définition. IV, 181. — Composition chimique. II, 473; IV, 182, 205, 219. — Chutes. IV, 184 à 203; accidents qu'elles ont causés. IV, 224. — Masses de fer d'origine météorique. IV, 205. — Chutes de poussières. IV, 208. — Origine. IV, 216, 280. — Classes. IV, 219. — Périodicité. IV, 222. — Poids. IV, 228. — Cause de leur incandescence. IV, 316.

**Aérostat** (l'). Const. I, 323, 327.

**Agrippa.** Crat. lunaire. III, 422, 448.

**Aigle** (l'), ou le Vautour volant. Const. I, 314, 318, 326. — Intensité de β, γ. I, 360. — Périodicité de η. I, 389. — Étoile nouvelle. I, 410. — Parallaxe de α, β, γ, δ. I, 442, 443.— Voie lactée. I, 1, 3. *V.* Ataïr.

**Aigrettes** des comètes. *V.* Comètes.

**Aiguille.** Définition. III, 59.

**Aiguille** aimantée. Influences des taches solaires sur ses variations diurnes. II, 180.

**Air.** Définition. III, 171. — Mesure de sa pesanteur. III, 173. — Son action sur la lumière qui le traverse. III,

. — Loi de Mariotte sur sa com-
ssion. III, 203. *V.* Atmosphère.
H. Matière dont les astres sont
nés selon les Indiens. I, 520
e.
NE. I, 497.
. I, 338, 381.
ARAN, ou l'œil ou α du Taureau.
13, 341, 342; II, 19. — Gran-
r. I, 349; II, 372. — Intensité.
60, 361, 498. — Couleur. I, 459,
. — Mouvement propre. II, 20,
— Occultations. III, 495, 560.
Aperçu à l'œil nu pendant une
pse de Soleil. III, 575, 577.
ERT (d'). Chaîne de montagnes
aires. III, 446.
IB, ou γ de Pégase. I, 314.
, ou β de Persée. I, 314, 340.
Périodicité. I, 387, 389, 398;
425. — Détermination de la
sse de la lumière par l'obser-
on de ses phases. IV, 425. —
distances à la Terre. IV, 427.
H, ou ε de la Grande Ourse. I,
ACH. Étymologie. IV, 648. —
lication des premiers alma-
hs. IV, 738.
. Ch. de mont. lunaires. III, 446.
BET grec. I, 315.
Ch. de mont. lunaires. III, 446.
, ou ν et ξ de la Grande Ourse.
38.
TRITE. II, 205, 222, 257, 258;
165, 173.
RA. Nom latin du Verseau.
st. I, 336.
GORE. Mont lunaire. III, 450.
MÈDE, ou la Femme enchaînée.
st. I, 318, 325, 340. — Inten-
de α. I, 356. — Affaiblisse-
t de ζ. I, 380. — Étoiles mul-
s. I, 451, 454, 456, 487. —
age de la comète d'Encke. II,
|| Nébuleuse. I, 502, 514, 524.
AKA. Nom donné à Mars par les
ens. IV, 135.
(les deux). Const. I, 323, 326,

ANGLE. Notions et définitions concernant les angles rectilignes. I, 19. — Mesure de la distance des objets inaccessibles. I, 22. — Théorème sur les angles formés autour d'un point. I, 23. — Notions relatives aux angles formés par des lignes parallèles coupées par une sécante. I, 24. — Valeur de la somme des angles d'un triangle. I, 27. — Angles de deux plans. I, 30. — Mesure des angles par le cercle répétiteur. III, 274. — Date de la première idée de leur répétition. IV, 788. || — d'incidence, de réflexion. Leur égalité. I, 72. || — de réfraction. Plus petit que l'angle d'incidence. I, 79. — Loi des sinus. I, 80 || — azimutal. Définition. I, 213. || — de position. Définition. I, 466; II, 64. — Détermination du déplacement des étoiles doubles. I, 467. — Méthode pour mesurer l'angle de position. II, 64, 65. || — d'abaissement du Soleil. *V.* Abaissement. || — d'un prisme. Définition. I, 84.

ANNEE. — Etymologie. IV, 667. — Sa longueur exprimée en jours sidéraux. I. 263; IV, 667. — égyptienne. IV, 669. — grecque. IV, 672. — romaine. IV, 674. — juive. IV, 678. — musulmane. IV, 679. — chinoise. IV, 681. — persane au XIe siècle. IV, 682. — des chrétiens de l'ancien et du nouveau style. IV, 686. — des Russes. IV, 689. — Commencement de l'année. IV, 690; dans le calendrier républicain. IV, 693. — Son partage en saisons. IV, 565, 719. — Avant les temps historiques fut-elle composée d'un nombre rond de jours? IV, 722. — Manières différentes de compter les années antérieures à l'ère chrétienne. IV, 728. — Différences entre les dates de l'année julienne et de l'année grégorienne. IV, 686. || — anomalistique. Définition; sa durée en jours moyens. IV, 668. || — sidérale. Définition. IV, 667. — cause de sa

différence avec l'année tropique; sa durée en jours moyens. IV, 668. || — tropique. Définition. I, 273. — sa durée en jours moyens, IV. 667. || — vague. Origine de cette dénomination. IV, 669. — Nombre de ces années qui entrent dans la période sothiaque. IV, 672. || — embolismique. Étymologie. IV, 678. || Grande année. Notions sur cette période. IV, 724.

Annuaires. Histoire. IV, 741.

Antarès, ou le cœur, ou α du Scorpion. I, 313, 342. — Grandeur. I, 349. — Couleur. I, 459, 460. — Son éclat actuel. I, 372.

Antinoüs. Const. I, 319, 326, 327. — Périodicité de η. I, 387. — Voie lactée. II, 2. || Nébuleuse. I, 503.

Apennins. Ch. de mont. lunaires. III, 446. — Diamètre de la principale montagne. III, 451.

Aphélie. Définition. II, 253, 265. — Étymologie. II, 254. || Distance. — Définition. II, 287.

Apogée du Soleil. I, 274, 277, 292. || — de la Lune. III, 380.

Apollonius. Montagne lunaire. III, 448.

Appulse. Définition. III, 555.

Apsides. Définition. II, 254; III, 380. — Étymologie. II, 254. || Mouvement de la ligne des — III, 380.

Arago. Montagne lunaire. III, 448.

Arbalestrille. Description; emploi. IV, 750.

Arc. Définition. I, 8.

Archimède. Montagne lunaire. III, 449, 451.

Arcitenens. Nom latin du Sagittaire. Const. I, 336.

Arctique. Étymologie. IV, 608.

Arcturus, ou α du Bouvier. I, 314, 341, 343, 349; II, 19, 20. — Intensité. I, 356, 358, 361. — Distance probable. I, 361, 436. — Diamètre apparent. I, 365. — Parallaxe annuelle. I, 436, 442, 444. — Temps qu'emploie sa lumière pour arriver à la Terre. I, 437. — Couleur. I, 459. — Mouvement propre. II, 20, 22, 23. — Son déplacement depuis vingt siècles. II, 36. — Vu pendant le jour. I, 206, 207. — Comètes qui s'éloignent à une plus grande distance. II, 349.

Argo, ou le Navire, ou le Vaisseau, ou le Chariot de mer. Const. I, 314, 318, 326. — Grandeur de η. I, 349. — Périodicité de η. I, 387, 400. — Mouvement propre de la 2151e de la poupe. II, 20. — Étoile double k. I, 457. — Voie lactée. II, 1, 2. V. Canopus. || Nébuleuses. I, 510, 542 note.

Aries. Nom latin du Bélier. Const. I, 336.

Aristarque. Montagne lunaire. III, 449, 489, 490.

Aristote. Montagne lunaire. III, 449, 451.

Armille. Étymologie; description. IV, 743. — Emploi. IV, 744.

Arzachel. Cratère lunaire. III, 422, 448.

Ascension droite. Définition. I, 265, 279, 304. — Différence avec la longitude. I, 307. — Manière de l'observer. II, 40. — Changement annuel dépendant de la précession. I, 279, 280.

Asta (la grande). Comète. II, 332.

Asterion et Chara. Const. V. Lévriers.

Astérismes. V. Constellations.

Astéroïdes. Anneaux qu'ils forment autour du Soleil. IV, 318, 320, 321. — Leur influence sur les températures terrestres. IV, 568. V. Aérolithes. || — Nom donné par Herschel aux petites planètes. II, 46. V. ce mot.

Astérope. I, 497.

Astrée. Planète. II, 204, 222, 257, 258; IV, 149, 173. || — nom proposé pour Uranus. IV, 486.

Astres. Visibilité des astres. I, 185 à 210. — Moment de leur apparition si la Terre était immobile. III. 40. — Musique céleste engendrée par leurs mouvements. I, 246.

mparaisons vulgaires destinées
nner des idées exactes de leur
deur. IV, 43.— Observation de
hauteur en mer. IV, 757. —
ux convenables pour leur obser-
on. IV, 783. || — de Médicis. Nom
né aux satellites de Jupiter. IV,
V. Étoiles, Planètes, Comètes.
LOGIE. Ses adeptes dans l'anti-
é. IV, 774; chez les modernes.
775. — Ordre des noms des
s de la semaine suivant les
ologues. IV, 654.
NOMIE NAUTIQUE. Principes. IV,
.
, ou α de l'Aigle. I, 314, 349.
Intensité. I, 360, 361. — Paral-
e. I, 442, 443. — Mouvement
pre. II, 23.
NTE. Planète. IV, 169, 173.
ER DE TYPOGRAPHIE (l'). Const. I,
, 327.
ER DU SCULPTEUR (l'). Const. I,
, 327.
. Et. I, 497. || — Mont. lunaire.
449, 451. || — célestes. Liste
principaux. I, 310. 311. — Si-
s employés dans les atlas pour
igner les constellations. I, 315.
SPHÈRE. La portion qu'on en voit
s une lunette est d'autant plus
cure que le grossissement est
s grand. I, 188; II, 156. — In-
sité de la lumière atmosphérique
s le voisinage du Soleil. II, 155,
. — Quantité de lumière solaire
elle réfléchit vers la Terre. II,
. — Elle est entraînée par le
uvement de la Terre. III, 23. —
s objections contre le mouvement
la Terre détruites par ce phéno-
ne. III, 22, 25. — Son influence
les mouvements de l'axe de
Terre. IV, 101. — Ses propriété
physiques. III, 171. — Élas-
té. III, 171. — Conductibilité.
, 531. — Étymologie. III, 171
e. — Mesure de la pression at-
sphérique. III, 172. — Son ac-
n dans les phénomènes crépu-
sculaires. III, 184. — Mesure de sa hauteur par l'observation de la durée du crépuscule. III, 188. — Sa hauteur. III, 190. — Rôle qu'elle joue dans les observations astronomiques. III, 191; IV, 784.—Variations des densités des couches atmosphériques. III, 192, 204. — Quantité d'oxygène qu'elle peut perdre en cent ans. III, 441.— Influence exercée par la Lune. III, 512, 530; IV, 117.—Réfraction qu'elle produit dans les occultations. III, 562.— Son rôle dans les éclipses de Lune. III, 568.— Son changement de couleur pendant les éclipses de Soleil. III, 578. — Diminution de la température avec la hauteur. IV, 535, 559, 613. — Elle ne se refroidit pas par rayonnement. IV, 537. — Échauffement. IV, 553, 558. — Origine du courant ascendant. IV, 553. — Abaissement de la température par la dilatation; élévation par la condensation. IV, 554. — Comment se comportent deux parties contiguës inégalement échauffées. IV, 584.— Affaiblissement qu'elle fait éprouver aux rayons solaires. IV, 614. || — des comètes. II, 414; III, 456. || — des corps célestes. Mouvement de rotation égal à celui du corps central. II, 188. || — des étoiles. I, 534, 539. || — du Soleil. II, 91 à 94, 453. || — lunaire. III, 434, 562. || — de Jupiter. IV, 333 à 343, 348; des satellites. IV, 379. || — de Mars. IV, 137 à 140. || — de Mercure. II, 501 à 503. || — de Saturne. IV, 454. || — de Vénus. II, 526 à 531.

ATTRACTION universelle. IV, 1 à 120. Lois. IV, 2. — sa découverte. IV, 9, 789. — Idées des Anciens. IV, 11, 46. — Transmission. IV, 117. — Invariabilité. IV, 356. — Action qu'elle exerce sur les étoiles. I, 472; II, 34. — Modification qu'elle apporte avec le temps à la matière phosphorescente des vraies nébu-

leuses. I, 516.— Sa diminution avec l'accroissement de la distance. II, 458. — Action sur la matière cométaire. II. 458. || — lunaire. Action sur l'Océan et sur notre atmosphère. III, 512; IV, 105, 116.

Aurore. Angle d'abaissement du Soleil pour le commencement de l'aurore. III, 186.

Aurores boréales. Explication d'Euler. II, 189; de Mairan. II, 191. — Liaison avec les grandes apparitions de météores cosmiques. IV, 318. — Leur influence sur les observations astronomiques. IV, 783.

Autel (l') ou la Cassolette. Const. I, 318, 326. — Voie lactée. II, 3.

Automne. Définition. IV, 565, 719. — Mois qui le forment. IV, 567. — Distance du Soleil. IV, 575. — Séjour du Soleil dans l'hémisphère austral. IV, 607. — Causes de sa température moyenne. IV, 608. — Température moyenne à diverses latitudes. IV, 644.

Auzout. Montagne lunaire. III, 428, 448.

Axe de la sphère. I, 31. || Grand et petit axe de l'ellipse. I, 36. || — de la lentille. I, 89. || — du monde. Définition. I, 231. — Points du ciel auxquels il aboutit. I, 231. — Détermination de sa position. I, 238. — Opinions des Anciens. I, 245. || — de rotation des corps. Définition. III, 370.

Azimut. Emploi du cercle répétiteur pour les observations azimutales. III, 261, 271. — Emploi du gnomon. IV, 745.

## B

Bacon. Montagne lunaire. III, 447.

Balais. Nom donné par les Chinois aux queues des comètes. II, 402, 405.

Balance (la), ou les serres du Scorpion. Const. I, 317, 327, 328, 344; II, 19. — Étoile disparue. I, 380. — Divinité à laquelle elle était consacrée. I, 346. || Le signe de —. Différence entre le signe et la constellation. I, 330.

Balancier à ressort. I, 64, 65.

Baleine (la). Const. I, 318, 326, 327. — Changement d'intensité de α et ε. I, 376, 380. — Périodicité de ο. I, 386, 389, 391, 406; explication. I, 403. — Étoiles doubles. I, 454. — Comète. II, 340. — Découverte de Junon dans la Baleine. IV, 175; de Vesta. 521.

Ballon. *V.* Dôme.

Bandes de Jupiter. Situation. IV, 333. — Découverte. IV, 334. — Cause. IV, 336. — Variations de couleur et de situation. IV, 337.— obscures et brillantes. IV, 338; cause. IV, 342, 343. — Plus faciles à observer que celles de Saturne. IV, 454. || — de Mercure. Variations d'éclat. II, 502. || — de Saturne. Situation; difficulté que présente leur observation; bandes obscures et bandes claires. IV, 454. — Changements d'éclat et de situation. IV, 456. || — de l'anneau de Saturne. Découverte de Cassini. IV, 446.— Recherches sur leur nature. IV, 447. — Leur découverte successive. IV, 447 à 453.

Barbe d'une comète. Définition. II, 263.

Barillet ou tambour des chronomètres. I, 55.

Baromètre. Emploi. III, 173, 178, 203.— Son inventeur. III, 176; IV, 787. — Perfectionnements proposés par Arago. III, 179.— Influence de la température. III, 182. — Précautions à prendre pour les observations. III, 207.— Variation diurne. III, 514.— Hauteurs moyennes pendant les phases de la Lune. III, 530. || — à siphon. III, 173. || — ordinaire. III, 174.—de Fortin. III, 176. || — de Gay-Lussac, de Bunten. III, 177. || — de Gambey. III, 181. ||

struction des tables de correction
hauteurs barométriques. III,

Méthode pour obtenir la mesure
e base. III, 315.
DE SAINT JACQUES (le). *V.*
drier.
IER d'Orion (le), ou le Râteau, ou
rois Rois, ou le Bâton de saint
nes. I, 323, 327, 341.— Nombre,
oiles visibles dans les lunettes.
.
Montagne lunaire. III, 447.
(le). Const. I, 317, 326, 328. —
temps d'Hipparque le Soleil le
ersait à l'équinoxe du prin-
ps. I, 328. — Nombre d'étoiles
rvées à l'œil nu. I, 332.— Divi-
à laquelle il était consacré. I,
Changement d'intensité de l'é-
du pied de devant. I, 377.—
nerches sur la parallaxe de γ.
42. — Étoiles doubles. I, 448,
487. — Comète. II, 341. || Le
e du —. Différence entre le signe
a constellation. I, 329. — Con-
ation à laquelle le signe cor-
ond actuellement. I, 330.
TRIX, ou γ d'Orion. I, 313.
E. Planète. II, 205, 223, 257,
IV, 164, 173.
NASCH. *V.* Ackaïr.
LIUS. Montagne lunaire. III, 449.
ES. Leur utilité. I, 116, 168,
— Date de leur invention. I,
IV, 787.
la). Const. *V.* le Loup.
EUZE, ou α d'Orion. I, 313,
361. *V.* Orion.
INI. Mont. lunaire. III, 449.
Montagne lunaire. III, 447.
ES. Leur invention. I, 176.
TIL. Origine de ce mot. IV, 677.
ERRATIQUES. III, 105.
Montagne lunaire. III, 448.
S. Définition. IV, 181, 229. —
dents causés par leur chute IV,
— Catalogue. IV, 230. — ob-
ées à Paris. IV, 274 à 279. —
bre des apparitions pour cha-
cun des douze mois de l'année. IV, 279. — Aérolithes auxquels ils ont donné naissance. IV, 280. — Remarques sur leurs apparitions. IV, 281. — Hauteurs. IV, 282. — Diamètres. IV, 283. — Vitesse. IV, 284. — Cause de leur inflammation. IV, 316.
BOUC (le). *V.* Capricorne. || Les Boucs. *V.* les Chevreaux.
BOUCLIER DE SOBIESKI (le). *V.* Écu.
BOUDHA. Nom donné à Mercure par les Indiens. II, 491.
BOUGUER. Montagne lunaire. III, 450.
BOULET de canon. Sa vitesse initiale. III, 355; IV, 44. — Action attractive de la Terre. IV, 6. — Temps qu'il mettrait à aller de la Terre au Soleil; du Soleil à Neptune; de la Terre à la Lune. IV, 44.
BOUSSINGAULT. Montagne lunaire. III, 447, 451.
BOUSSOLE (la), ou le Compas de mer. Const. I, 321, 327.
BOUVIER (le), ou le Gardien de l'Ourse. Const. I, 314, 317, 325, 341, 344. — Nombre d'étoiles observées à l'œil nu. I, 332. — Intensité de γ. I, 358. — Recherches sur la parallaxe de α. I, 442. — Étoiles multiples. I, 451, 455. — Comète. II, 282. — Étoiles filantes. IV, 300. *V.* Arcturus.
BRIGGS. Montagne lunaire. III, 449.
BRIHASPATI, ou Vrihaspati. Nom donné par les Indiens à Jupiter. IV, 323.
BRISES de terre et de mer. IV, 585.
BURIN (le). Const. I, 321, 326.
BUSTE (le) du cheval. *V.* Cheval.

## C

CADRANS solaires. Description. I, 43. — Théorie. IV, 747. — Époque de leur invention. I, 44. — Ils marquent le temps vrai. I, 294. — Courbe qu'il faut y ajouter pour qu'ils marquent le temps moyen. I, 296.

CADUCÉE (le). *V.* Couronne australe.
CALENDES. Définition; étymologie. IV, 649. — Époque. IV, 664.
CALENDRIER. Notions. IV, 647 à 758. — Réformation julienne. IV, 675; grégorienne. IV, 683. — Fêtes mobiles du calendrier ecclésiastique chrétien. IV, 702. || — républicain. IV, 693, 701.
CALIPPUS. Montagne lunaire. III, 417, 449.
CALISTO. Satellite de Jupiter. IV, 353 note.
CALLIOPE. Planète. II, 205, 223, 257, 259; IV, 160, 173.
CALORIQUE rayonnant. Définition. IV, 532.
CAMÉLÉON (le). Const. I, 319, 326.
CAMÉLÉOPARD (le). Const. *V.* Girafe.
CANCER (le) ou l'Écrevisse. Const. I, 317, 326, 328. — Divinité à laquelle il était consacré. I, 346. — Changement d'intensité de α et β. I, 376. — Périodicité de R et S. I, 389. — Étoiles multiples du —. I, 451, 455, 469. — Mouvement de l'étoile triple ζ. I, 471. — Groupe d'étoiles entre γ et δ. I, 498. — Comètes. II, 333. || Le signe du —. Différence entre le signe et la constellation. I, 330. || Tropique du —. IV, 603.
CANOPUS, ou α d'Argo. I, 314, 349. — Grandeur. I, 349.
CAPRICORNE (le) ou le Bouc. Const. I, 317, 327, 328, 336. — Divinité à laquelle il était consacré. I, 346. — Changement d'intensité de δ et α. I, 376. — Étoile double. IV, 503. — Découverte de Neptune dans le —. IV, 514. || Le signe du —. Différence entre le signe et la constellation. I, 329. || Tropique du — IV, 603.
CAPUANUS. *V.* Sinope.
CARRÉ de l'hypoténuse. I, 29.
CARTES célestes. Les principales. I, 310. — Leur utilité pour la découverte de petites planètes. IV, 174, 522. — On leur doit la découverte de Neptune. IV, 514. || — géographiques. Époque de leur invention. III, 342. — Divers systèmes de projection. III, 343. || — de la Lune. Historique. III, 442.
CASATUS. Crat. lunaire. III, 417, 447.
CASSINI. Montagne lunaire. III, 449. || — Nom donné à une montagne de Vénus. II, 521.
CASSIOPÉE, ou le Trône, ou la Chaise. Const. I, 318, 325, 339. — Intensité de δ. I. 356. — Changement d'intensité de β et α. I, 376. — Périodicité de α. I, 389. — Mouvement propre de μ. II, 20, 36. — Étoiles doubles. I, 456. — Étoile triple. I, 471. — Étoiles nouvelles. I, 411; II, 454. — Comète trouvée dans —. II, 290. — Voie lactée. II, 1, 2, 4, 16, 17, 34. — Étoiles filantes. IV, 301, 319.
CASSOLETTE (la). *V.* Autel.
CASTOR, ou α des Gémeaux. I, 314, 341, 447, 454, 469; II, 19. — Recherches sur la parallaxe. I, 442. — Aperçu à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 577.
CATALOGUES d'étoiles. Leur formation. I, 299. — Position des astres. I, 305. — Représentation du ciel étoilé sur un globe. I, 307. — Les plus célèbres. I, 308; IV, 778. || — des comètes. Leur utilité. II, 273, 276. — de 136 av. J.-C. à 1853. II, 301.
CAUCASE. Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
CELENO. I, 497.
CENTAURE (le). Const. I, 318, 326. — Grandeur de α et β. I, 349. — Parallaxe de α. I, 435, 436, 444, 475; II, 44. — Temps qu'emploie la lumière de α pour arriver à la Terre. I, 437. — Mouvement propre de α. II, 20, 22. — Vitesse de α si la Terre était immobile. III, 21. — Étoiles doubles. I, 457, 469, 475, 543. — Voie lactée. II, 1, 3. — Comètes qui s'éloignent de la Terre à une distance plus grande que α. II, 349. || Nébuleuse. I, 503, 507, 548. || Lance du —. *V.* Loup.

[redacted]



du cercle. I, 8. || — de la
:e. I, 30, 31. || — de l'ellipse.
. || — optique d'une lentille. I,

. Const. I, 317, 325. — Pério-
ɜ de ɜ. I, 387, 389. — Étoile
elle. I, 411. — Étoile double.
6. — Voie lactée. II, 1, 4, 34.
ɔmète. II, 290. — Marche vers
le de γ et α. IV, 95.
E et le RAMEAU. Const. I, 320,

. Définition. I, 3. — Ses divi-
. I, 3. — Son usage. I, 6. —
ort de la circonférence au dia-
e. I, 9. — Sa surface. I, 17. —
loi de cercles de grande di-
ion. I, 18. — Grands et petits
es de la sphère. I, 32. — Forme
présente lorsqu'il est vu obli-
ient. III, 389. || — mural. Des-
ion. I, 257. — Son emploi. I,
305. — Son principe. III, 254.
épétiteur. Description. III, 260.
on emploi. III, 258. — Son in-
ur. III, 259. — Date de son
ition. IV, 788. — Méthode de
mbre pour rendre son plan
cal. III, 272. || — de réflexion.
ription; emploi. IV, 755. —
de son invention. IV, 788.
ɜ contigus. Leur mouvement.
, 53. || — horaires. Définition.
9, 300, 301. — Leur coïnci-
ɜ avec le méridien. I, 249 note,
302. — Angle compris entre
cercles horaires. I, 251. —
mination de la position des
:s. I, 301. || — polaires. Défini-
IV, 602.
Planète. II, 203, 222, 257,
IV, 145, 173, 175 à 179, 520,
— Temps qu'elle mettrait à
er sur le Soleil si son mouve-
de translation était anéanti.
56. || — Const. V. Vierge.
Montagne lunaire. III, 448.
de montagnes. V. Montagne.
ɛ. Définition. III, 61.
(la). V. Cassiopée.

CHALEUR. Propriétés. IV, 546 et note. — obscure émanant des sources terrestres. IV, 547. — Échauffement des eaux de l'Océan. IV, 548. — Capacité de l'eau pour la chaleur. IV, 549; sa conductibilité. IV, 531, 561. || — centrale du globe. Démonstration. III, 250. — Sans influence sur la température extérieure. IV, 558. || sensible. — Définition. IV, 550. || — latente. Définition. IV, 551. || — spécifique. Définition. IV, 549. — des différents corps. IV, 549.
CHAMP d'une lunette. Définition. I, 131; II, 283. — Son étendue. I, 132. || — de la vision. I, 130. — à l'œil nu. I, 204.
CHANGEMENTS de temps. Influence des phases de la Lune. III, 519.
CHARA. V. Lévriers.
CHARIOT (le petit). V. Petite Ourse. || — de David. V. Grande Ourse. || — de mer. V. Argo.
CHARRETIER (le). V. Cocher.
CHAT (le). Const. I, 327.
CHEMIN des âmes; de Saint-Jacques-de Compostelle. I, 313 note; II, 2.
CHÊNE de CHARLES II (le). Const. I, 320, 326.
CHERCHEUR. Description. I, 150 note.
CHEVAL (le petit), ou le Buste du cheval. Const. I, 318, 326, 344.
CHEVAL (le) ailé. V. Pégase.
CHEVALET (le) du Peintre. Const. I, 321, 326. — Étoile double. I, 457.
CHEVELURE DE BÉRÉNICE (la). Const. I, 319, 325. — Son intensité. I. 358. — Étoiles doubles. I, 455, 456. || Nébuleuse. I, 510.
CHEVELURE des comètes. V. Comètes.
CHÈVRE (la), ou α du Cocher. I, 314, 341, 349; II, 19. — Intensité. I, 356, 361. — Diamètre apparent. I, 367 — Parallaxe annuelle. I, 435, 436, 442, 444. — Temps qu'emploie sa lumière pour arriver à la Terre. I, 437. — Mouvement propre. II, 20, 22. — Aperçue à l'œil nu pendant des éclipses de Soleil. III, 575,

576, 577.— Comètes qui s'éloignent de la Terre à une plus grande distance. II, 349.
Chevreaux (les) ou les Boucs. Const. I, 323, 325. — Voie lactée. II, 2.
Chien (le grand). Const. I. 313, 318, 326, 341. *V.* Sirius. || — (le petit) ou le Chien précurseur. Const. I, 313, 318, 326, 341. *V.* Procyon. || — (la queue du). *V.* petite Ourse.
Chiens de chasse (les). *V.* Lévriers.
Chiron. *V.* Sagittaire.
Chronologie. Utilité des éclipses et des occultations. III, 556. — Cause principale de ses obscurités. IV, 722. — Manières différentes dont les chronologistes et les astronomes comptent les années antérieures à l'ère chrétienne. IV, 728.
Chronomètres. Application de l'échappement libre. I, 65.— Leur marche. I, 70. — Leur emploi à la détermination des longitudes. III, 291. — Perfectionnements apportés dans leur fabrication. III, 292; IV, 750.
Ciel ou Firmament. Forme apparente. I, 211. — Mouvement apparent. I, 247. — Représentation exacte. I, 218.—Comparaisons vulgaires destinées à donner des idées exactes de son étendue. IV, 43.— Son changement d'aspect la nuit. I, 256. — Inégale répartition des étoiles. I, 447, 493, 495, 511; des nébuleuses. I, 510, 511. — Espaces occupés par la matière diffuse. I, 512. || Cieux solides des anciens. I, 242; III, 24.
Circé. Planète. IV, 168, 173.
Circonférence du cercle. Définition. I, 3. — Les circonférences de cercle sont proportionnelles à leurs rayons. I, 6. — Rapport de la circonférence au diamètre. I, 9, 14.
Circonvallations de la Lune. Leurs diamètres. III, 451.
Clairaut. Montagne lunaire. III, 447.
Clavius. Cratère lunaire. III, 422, 447, 451.
Cléomède. Montagne lunaire. III, 449, 451.
Clepsydre. Description. I, 46, 48. — Emploi. I, 46, 52.
Climats. Définition. IV, 560, 601. — Étymologie. IV, 601. — Phénomènes dont il faut tenir compte. IV, 561, 571, 574, 576, 579. — excessifs. IV, 581. — Durée des jours dans les différents climats. IV, 605.—Les travaux des hommes peuvent-ils les modifier? IV, 619. — Limite des neiges perpétuelles. IV, 616. — Ont-ils été intervertis par des bouleversements récents? IV, 620.—Données numériques sur les climats. IV, 642. — comparatifs de la Terre et de Jupiter. IV, 766.
Clio. Planète. *V.* Victoria.
Cocher (le), ou le Charretier, ou Erichthon. Const. I, 314, 318, 325, 341; II, 19. — Intensité de β et ι. I, 356, 357. — Périodicité de ι. I, 389.— — Étoile disparue. I, 380. — Étoile double. I, 454. — Voie lactée. II, 2. — Comète. II, 281. *V.* La Chèvre.
Cœur de Charles II (le). Const. I, 321, 325.
Col d'une chaîne de montagnes. Définition. III, 62.
Collimation (Erreur de). Sa détermination. III, 257.— Moyen de la corriger en mer. IV, 755.
Colline. Définition. III, 59.
Colombe de Noé (la). Const. I, 320, 326.
Comètes. Définitions. II, 262.— Leurs caractères distinctifs. II, 263. — Effroi qu'elles inspiraient. II, 273. — Nature et éléments des orbites. II, 264. — Elles font partie du système solaire. II, 46. — Recherches sur leur nombre. II, 356.— Moyens de reconnaître des comètes périodiques. II, 272, 276. — calculées. Catalogue. II, 300. — intérieures. II, 308. — visibles en plein jour. II, 313. — visibles à l'œil nu. II, 332. — Leurs apparitions. II, 328, 355, 358. — Leur disparition. II, 434. — Prodigieuse distance dont

s'éloignent de la Terre II, 349. Dilatation qu'elles éprouvent en ignant du Soleil. II, 436. — à te période. II, 278, 287, 292, — à longue période. II, 339.— ments paraboliques. II, 349.— age en plusieurs parties. II, 397. Mouvement de rotation. II, 416. Perturbations de leur mouve- t. IV, 25. — Leur vitesse com- e à celle de la Terre. III, 116, .— Nature de leur lumière. II, — Prétendues phases. II, 418. eur coloration. II, 437.— Chan- ents d'éclat. II, 439. — Leurs ses. II, 442. — Elles obéissent lois de Kepler. II, 468. — Peu- -elles venir choquer la Terre ou planètes? II, 444; III, 452; IV, — Leur action sur le cours des ons. IV, 625; sur la tempé- re. IV, 627 à 639. — Cause du ge. III, 107; de la dépression ol d'une partie de l'Asie. III, ; de la formation des petites ètes. IV, 176, 179.—Leur chute le Soleil. II, 447; — dans les es. II, 454.—Le peu d'attraction lles exercent. II, 458. — Habi- ité. II, 481. — Atmosphère. III, — La Terre peut-elle devenir lite d'une comète? II, 475. — cke, ou à courte période. II, 280 1, 308, 379, 381, 387, 389, 390, 446; IV, 29, 33, 356 —de Faye, e sept ans et demi. II, 298, 299, 446. — de Gambart, ou de six trois quarts, ou de Biela. II, à 296, 308, 385, 398 à 401, 443, IV, 29. —de Halley. I, 527; II, 278 à 280, 284 à 286, 315, 333 9, 367 à 375, 383 à 385, 387, à 397, 408, 411, 422, 439, 440, 464; IV, 25.—du Taureau. II, — de 480 av. J.-C. II, 376. — av. J.-C. II, 397.—146 av. J.-C. 13, 437. —136 av. J.-C. II, 301, — 134 av. J.-C. II, 313. — 52 .-C. II, 314. — 43 av. J.-C. II, III, 110. — 66; 141; 240. II, 301, 350. — 400. II, 314. — 531. III, 108, 110. — 539; 565; 568; 574. II, 301, 350.— 662. II, 438. — 770. II, 301, 350. — 837. II, 273, 301, 350, 402. — 885. II, 285. — 961, 989. II, 301, 350. — 1006. II, 285, 315. — 1066; 1092. II, 301, 350.—1097. II, 301. — 1106. II, 315; III, 108, 110. — 1184. II, 377. — 1230. II, 285.— 1231. II, 301, 344. — 1264. II, 301, 342.— 1299; 1301. II, 301, 350. — 1305. II, 285. — 1337; 1362. II, 301, 350. — 1378. II, 285, 286. — 1385. II, 301, 350. — 1402. II, 315 à 317.— 1433. II, 301, 350.— 1454. II, 377. — 1456 (*Halley*). II, 273, 284 à 286, 368, 371, 464. — 1457; 1468. II, 301, 350. — 1472. II, 301, 350; III, 115 note.— 1490. II, 301, 350.— 1500; 1505. II, 332. — 1506. II, 301, 333, 350. — 1512; 1514; 1516; 1518; 1521; 1522. II, 333. — 1526. II, 438. — 1530. II, 333. — 1531 (*Halley*). II, 279, 285, 286, 333, 369, 371, 402, 464. — 1532. II, 301, 310, 316, 317, 333, 341.—1533. II, 333, 438. — 1556. II, 301, 334, 342, 438, 464. — 1558. II. 301, 334, 350. — 1569. II, 334. — 1577. II, 301, 316, 318, 325, 334, 350. — 1580. II, 301, 334, 350. — 1582. II, 301, 334, 351. — 1585. II, 301, 334, 351, 408. — 1590. II, 301, 334, 351. — 1593. II, 301, 325, 334, 351. — 1596. II, 301, 334. — 1607 (*Halley*). II, 279, 285, 286, 334, 369. 371, 411, 439, 464. — 1618. 1re. II, 302, 351; 2e. II, 302, 316, 317, 321, 334, 351, 391, 392, 398, 399, 409, 411, 438, 439. — 1652. II, 302, 334, 351, 398, 439. — 1661. II, 302, 310, 333, 398, 439. — 1664. II, 302, 335, 351, 398; IV, 634.— 1665. II, 302, 325, 335, 351, 385, 408, 462. — 1668. II, 302, 323, 327, 331, 335, 343, 462.— 1672. II, 302, 335, 351. — 1677. II, 302, 351. — 1678. II, 302, 310.— 1680. II, 302, 321, 325, 335, 347, 409, 411, 431, 433, 443, 447, 448, 458, 461, 476, 477; III,

110; cause du Déluge. III, 108 à 116. — 1682 (*Halley*). II, 278, 279, 284 à 286, 335, 369, 384, 385, 408, 464. — 1683. II, 302, 341. — 1684. II, 302, 351, 443. — 1686. II, 302, 335, 351. — 1689. II, 302, 325. 327, 335, 351, 405, 409. — 1695. II, 302, 335, 351. — 1698; 1699; 1701. II, 302, 351. — 1702. II, 302, 327, 335, 351. — 1706. II, 302, 351; IV, 637. — 1706; 1707; 1718; 1723. II, 302, 351. — 1729. II, 302, 351; IV, 635. — 1737. 1re et 2e. II, 302, 351; IV, 627. — 1739. II, 302, 351; IV, 627. — 1742. II, 302, 351, 443; IV, 635, 637. — 1743. 1re. II, 302, 311; 2e. 302, 351. — 1744. II, 302, 352; IV, 637, 627. — 1746. II, 302, 344, 462; IV, 627, 635. — 1747. II, 302, 352; IV, 627, 635. — 1748. 1re. II, 302, 352; IV, 627, 635; 2e. II, 302, 336, 352; IV, 627, 635. — 1757. II, 302, 329, 352. — 1758. II, 302, 325, 352. — 1759. 1re. II, 302, 352; 2e. 303, 352; (*Halley*). II, 278, 279, 280, 285, 286, 336, 369 à 371, 439, 464; IV, 627. — 1762. II, 303, 352; IV, 627, 637. — 1763. II, 303, 346, 408; IV, 628. — 1764. II, 303, 352; IV, 628. — 1766. 1re. II, 303, 352; IV, 628, 637; 2e. 303, 312, 336; IV, 628, 637. — 1769. II, 303, 321, 325, 329, 336, 345, 406, 409, 414, 439; IV, 628. — 1770 ou de Lexell. II, 303, 306 à 308, 387, 436, 442; IV, 25, 628; 2e. II, 303, 352. — 1771. II, 303, 329, 352; IV, 628, 635. — 1772 (*Gambart*). II, 292; IV, 628. — 1773. II, 303, 352; IV, 628. — 1774. II, 303, 352, 378; IV, 628. — 1780. 1re. II, 303, 325, 345, 348, 385, 387; IV, 628; 2e. II, 303, 352; IV, 628. — 1781. 1re. II, 303, 352; IV, 628; 2e. II, 303, 336, 352; IV, 628. — 1783. II, 303, 312; IV, 629, 635. — 1784. II, 303, 352; IV, 629. — 1785. 1re et 2e. II, 303, 352; IV, 629. — 1786. II, 303, 352; IV, 629; (*Encke*). II, 288, 289, 291; IV, 629. — 1787. II, 303, 352; IV, 629. — 1788. 1re. II, 303, 352; IV, 629, 635, 637; 2e. II, 303, 353; IV, 629, 635, 637. — 1790. 1re, 2e et 3e. II, 303, 353; IV, 629. — 1792. 1re et 2e. II, 303, 353; IV, 629. — 1793. 1re. II, 303; IV, 629, 637; 2e. II, 303, 343, 353; IV, 629, 637. — 1795 (*Encke*). II, 288, 289, 291, 379; IV, 629, 636. — 1796. II, 303, 353, 380; IV, 629. — 1797. II, 303, 353; IV, 629. — 1798. 1re. II, 303, 353, 385; IV, 629, 636; 2e. 303, 353; IV, 629, 636. — 1799. 1re. II, 303, 353, 385, 386; IV, 629; 2e. II, 303, 353; IV, 629. — 1801. II, 303, 353; IV, 629. — 1802. II, 303, 353; IV, 629, 637. — 1804. II, 304, 353; IV, 629. — 1805. (*Encke*). II, 288, 288, 291; IV, 629; (*Gambart*). II, 292, 294, 385; IV, 629 — 1806. II, 304, 353; IV, 629; — 1807. II, 304, 329, 336, 338, 344, 385 à 387, 391; IV, 629. — 1808, 1re et 2e. II, 304, 353: IV, 630, 637. — 1810. II, 304, 353; IV, 630. — 1811. 1re. II, 304, 329, 337, 338, 346, 385, 409, 416, 438; IV, 625, 630, 640 à 642; 2e. 304, 344, 385; IV, 630. — 1812. II, 304, 337, 340; IV, 630. — 1813. 1re et 2e. II, 304, 353; IV, 630. — 1815. II, 304, 340, 385; IV, 630. — 1816. II, 304, 325, 353; IV, 630. — 1818. 1re. II, 304, 353; IV, 630, 637; 2e. II, 287, 304, 353; IV, 630, 637. — 1819. 1re. II, 304, 337, 338, 353, 381, 382, 385, 387, 418 à 422; IV, 630; 2e et 3e. II, 304, 312; IV, 630; (*Encke*). II, 288, 289, 291; IV, 630. — 1821. II, 304, 325, 354; IV, 630. — 1822. 1re et 2e. II, 204, 354; IV, 630, 638; 3e. 304, 347; IV. 630, 638; (*Encke*). II, 289, 291; IV, 630, 638. — 1823. II, 304, 337, 354, 407; IV, 630, 636. — 1824. 1re. II, 305, 354; IV, 630; 2e. 304, 354, 380; IV, 630. — 1825. 1re et 2e. II, 304, 354; IV, 630, 638; 3e. 304, 346, 380, 385, 405, 408, 417, 463; IV, 630, 638; (*Encke*). II, 289, 291; IV, 630, 638. — 1826. 1re, 2e, 3e. II, 304, 354;

630, 638; 4e. II. 304, 325, 354; 630, 638; (*Gambart*). II, 292, ; IV, 630, 638. — 1827. 1re, 2e. 304, 354; IV, 630, 636, 638; II, 304, 325, 345; IV, 630, 636, . — 1828 (*Encke*). II, 381, 387, . — 1829 (*Encke*). II, 289, 291; 630, 636. — 1830. 1re. II, 304, , 354; IV, 630, 636; 2e. II, 304, , 354; IV, 600, 636. — 1832. II, , 354; IV, 630, 638; (*Encke*). 289, 291; IV, 630, 638; (*Gamt*). II, 293 à 296, 443; IV, 630, . — 1833; 1834. II, 304, 354; 630. — 1835. II, 305, 354; IV, , 638; (*Halley*). II, 337, 338, à 375, 383, 387, 392 à 397, 439, , 464; IV, 631, 638; (*Encke*). 280 à 286, 289, 291; IV, 631, . — 1838 (*Encke*). II. 289 à 291, ; IV, 631, 636, 638. — 1840. II, 305, 354; IV, 631, 636, 638; 305, 348; IV, 631, 636, 638; 305, 344; IV, 531, 636, 638; 305, 343; IV, 631, 636, 638. 1842. II, 305, 354; IV, 631, 639; cke). II, 289, 291; IV, 631, 639. 1843. 1re. 305, 317 à 328, 331, , 343, 385, 409, 423, 424, 448; 631; 2e. II, 305, 354; IV, 631; ye). II, 299; IV, 631. — 1844. II, 305, 309; IV, 631; 2e. 305, ; IV, 631; 3e. 305, 354; IV, 631. 1845. 1re, 2e. II, 305, 354; IV, , 636; 3e. II, 305, 337, 342, 385, ; IV, 631, 636; (*Encke*). II, 289, ; IV, 631, 636. — 1846. 1re. II, , 345, 387; IV, 631, 636, 639; II, 305, 310, 387; IV, 631, 636, ; 3e. II, 305, 340; IV, 631, 636, ; 4e. II, 305, 311, 354; IV, 631, , 639; 5e. II, 305; IV, 631, 636, ; 6e. II, 305, 343; IV, 631, 636, ; 7e. II, 305, 355; IV, 631, 636, ; (*Gambart*). II, 296, 399 à 401; 631, 636, 639. — 1847. 1re. , 325, 355, 385, 386; IV, 631, ; 2e, 3e, 4e. II, 305, 355; IV, , 639; 5e. 305, 341, 386; IV, , 639; 6e. II, 305, 337, 355; IV, 631, 639. — 1848. II, 305, 355; IV, 631; (*Encke*). II, 289, 291; IV, 631. — 1849. 1re. II, 305, 355; IV, 631; 2e. II, 305, 355, 386; IV, 631; 3e. II, 305, 347; IV, 631. — 1850. 1re. II, 305, 338 355; IV, 631, 639; 2e. II, 305, 355; IV, 631, 639. — 1851. 1re. II, 305, 311; IV, 631; 2e. II, 305, 355; IV, 631; 3e. 305, 325, 355, 409; IV, 631; (*Faye*). II, 299; IV, 631. — 1852. 1re. II, 305; IV, 631, 639; 2e. II, 305, 339, 355; IV, 631, 639; (*Encke*). II, 289, 291; IV, 631, 639; (*Gambart*). II, 296, 401; IV, 631, 639. — 1853. 1re. II, 305, 355; IV, 631, 636; 2e. II, 305, 338, 355, 484; IV, 631, 636; 3e, 4e. II, 484. — 1854. II, 484. || — Chevelures ou nébulosités des —. Définition. II, 262. — Forme. II, 385, 388. — Constitution physique. II, 441. — Changements d'éclat. II, 323, 386, 432, 439, 440. — Diaphanéité. II, 387. — Diamètres. II, 390, 391, 433, 436. — Secteurs lumineux ou aigrettes. II, 392 à 396. || Noyaux des —. Définition. II, 262. — Aspect et nature physique. II, 375, 382. — Dimensions. II, 384, 436. — Éclat. II, 368, 372, 373, 440. — Coloration. II, 438. — Diaphanéité. II, 387. || Queues des —. Définition. II, 263. — Faiblesse de leur force attractive. II, 189, 458. — Dimensions. II, 319, 321, 326, 342, 368, 369, 372, 373, 409. — Formes. II, 403. — Éclat. II, 322, 323, 370, 403, 439. — Coloration. II, 319, 322, 437, 438. — Direction. II, 369, 402, 407. — Aspect et nature physique. II, 402. — Explications de la queue des comètes. II, 189, 409. — Passage de la Terre dans la queue d'une comète. II, 457. — Sont-elles la cause des brouillards secs? II, 465; de la formation de l'anneau de Saturne? IV, 472. || Têtes des —. Définition. II, 263. Diamètres. II, 374, 390, 391, 433, 436. — Changements physi-

ques. II, 388. — Coloration. II, 438.
Comparateur. Description. IV, 57.
Compas (le). Const. I, 322, 326. — Voie lactée. II, 3. || — de mer. Const. *V.* Boussole.
Comput ecclésiastique. Moyen d'en trouver les éléments. IV, 708.
Conductibilité pour la chaleur. Définition. IV, 530.
Conjonction. Définition. II, 209; III, 376; IV, 387, 432. — supérieure et inférieure. II, 210, 488, 509; IV, 121.
Conon. Mont. lunaire. III, 449, 451.
Constellations ou Astérismes. Leur utilité. I, 311. — Leur nombre. I, 316. — Leurs noms. I, 317, 325. — Leurs formes. I, 324. — Moyens de les connaître. I, 335. — Époque à laquelle elles furent créées. I, 343. — Tentatives pour en substituer de nouvelles. I, 347. — Nombre d'étoiles contenues dans les anciennes. I, 331. — Étoiles les plus remarquables. I, 313. || — zodiacales. I, 317, 327. — Ce qui les distingue des signes du zodiaque. I, 336. — Divinités égyptiennes auxquelles elles étaient consacrées. I, 345.
Continents. Définition. III, 56. — Soulèvements. III, 86. — Hauteur. III, 198. — Golfes. III, 102. — Différences de température des côtes orientales et des côtes occidentales. IV, 579. — Influence de la mer sur leur température. IV, 599.
Contre-fort des montagnes. Définition. III, 61.
Coordonnées. Définition. I, 305. || — des astres. I, 279, 305; II, 40.
Copernic. Cratère lunaire. III, 419, 422, 448, 451.
Corbeau (le). Const. I, 318, 327.
Cordillères. Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
Cornée. Forme. I, 113. — Fonction. I, 191. 204.
Cornes de la Lune. Définition. III, 385. — Détermination du diamètre de la Lune. III, 389.
Corps. Inertie, repos, mouvement, forces. I, 39. — Mesure de leur densité. IV, 35. — Diminution de leur pesanteur quand on s'approche de l'équateur. IV, 49, 788. || Chute des —. III, 17; IV, 216. || Équilibre des —. IV, 114. || — rayonnants. Quantités de lumière qu'ils projettent. I, 139. — Loi de la variation de l'intensité de la lumière avec la distance. II, 158. — Idée d'Euler sur la nature de la lumière qui nous les fait voir. II, 437. — Égalité et changement de température. IV, 540. — Communication de température par voie de contact. IV, 530; de rayonnement. IV, 532, 539. — Equilibre mobile de température. IV, 534. — Pouvoir rayonnant et pouvoir absorbant. IV, 534. — Refroidissement par rayonnement vers les espaces célestes. IV, 535. — Échauffement par l'action des rayons solaires. IV, 541.
Corpuscules ultra-mondains. Définition. IV, 118.
Corrugations. *V.* Soleil.
Coteau. Définition. III, 59.
Couches ou Strates. Direction. III, 66. — Inclinaison; origine. III, 67.
Couleuvre (la). Const. *V.* Hydre femelle.
Coupe (la), ou l'Urne, ou le Vase. Const. I, 318, 327.
Courants pélagiques. Influence des variations de la pression atmosphérique. III, 178. — Leur influence sur les climats. IV, 598.
Courbe. Ligne ou surface —. III, 6. || — circulaire. Son caractère lorsqu'elle est placée dans l'éloignement. I, 228.
Couronne australe (la), ou le Caducée, ou Uraniscus. Const. I, 319, 326. || — boréale. I, 314, 317, 325. — Nombre d'étoiles observées à l'œil nu. I, 332. — Périodicité de R. I, 386, 389, 396. — Étoiles doubles de la —. I, 448, 455, 469, 487, 492. — Comète. II, 282. *V.* la Perle.

Crèche (la). Constellation. *V.* Præsepe.
Crépuscule. Explication. III, 184. — Mouvement de la courbe crépusculaire. III, 185. — Moment où sa lumière commence à poindre à l'horizon. II, 470. — Angle d'abaissement du Soleil pour la fin du —. III, 186. || Durée du—. III, 187. — Mesure de la hauteur de l'atmosphère. III, 188. — Influence de la réfraction. III, 190.
Crète. Définition. III, 61.
Cristal biréfringent. Ses propriétés. I, 124. — Mesure des grossissements des lunettes. I, 126.
Cristallin. Fonction. I, 114.
Croix (la). Const. *V.* Cygne. || — du Sud, ou le Trône de César. Const. I, 320, 326. — Voie lactée. II, 1, 3. — Futur changement de forme. II, 36. || — (la grande). Const. *V.* Pégase.
Crown-glass. Emploi. I, 111, 139, 183.
Curtius. Montagne lunaire. III, 417, 447.
Cuvier. Montagne lunaire. III, 447.
Cycle de Calippe. IV, 673. — de Méton. IV, 673, 678, 681. — dionysien IV, 735. — julien. IV, 732. — mahométan. IV, 680. — solaire. IV, 715.
Cycloïde. Définition. I, 60. — Chute d'un mobile le long de sa cavité. I, 60.
Cygne (le), ou l'Oiseau, ou la Croix. Const. I, 314, 318, 325, 342. — Intensité de γ et ζ. I, 360. — Périodicité de χ. I, 386, 389. — de l'étoile de Jansonius. I, 424. — Marche vers le pôle de δ. IV, 95. — Étoile nouvelle. I, 411, 415. — Parallaxe de la 61e. I, 435, 436, 444, 445, I. 476; II, 44; son mouvement propre. II, 20, 22. — Temps que la lumière de la 61e emploie pour arriver à la Terre. I, 437. — Étoiles doubles. I, 456, 469, 475. — Phénomènes de la voie lactée dans la constellation du —. II, 1, 3, 16. *V.* Deneb.
Cynosure. Const. *V.* Petite Ourse.

# D

Daitya-guru. Nom donné à Vénus par les Indiens. II, 510.
Daphné. Planète. IV, 172, 173.
Dard (le). Const. *V.* la Flèche.
Dauphin (le). Const. I, 318, 326. — Étoile double. I, 456.
Déclinaisons. Définition. I, 273, 279, 301. — australes, boréales. I, 306. — Différence avec la latitude. I, 307. — Emploi de l'équatorial pour les déterminer. II, 40. || — des étoiles. Changement annuel dépendant de la précession. I, 280. — Instruments employés pour les déterminer. III, 255. — Erreurs à craindre dans les méthodes d'observation. III, 258. || — du Soleil. I, 258. — boréales, australes. I, 273. — Leur influence sur la durée des jours dans toutes les régions de la Terre. I, 280.
Découverte. Ce qui la distingue de l'observation. II, 316. || Table chronologique des découvertes astronomiques. IV, 787.
Déférent. Définition. II, 238.
Défilé. Définition. III, 62.
Degré. Définition. I, 3. — Ses divisions. I. 4. || — du thermomètre. I, 5. || — terrestre. Sa valeur sur tous les points du globe. III, 335 à 341.
Delambre. Montagne lunaire. III, 448.
De l'Isle. Montagne lunaire. III, 449.
Delta (le). Const. *V.* Triangle boréal.
Déluge biblique. A-t-il été causé par une comète? III, 107. — Époque où il eut lieu. III, 108. — Explication de Whiston. III, 113. — Recherches sur ses causes physiques. III, 353.
Deneb, ou α du Cygne. I, 314. — Grandeur. I, 319.

## E

Eau. Action des courants sur la constitution de la surface de la Terre. III, 102. — Masses d'eau qui couvrent la Terre. III, 56. — En existe-t-il sur la Lune? III, 432. — Unité de mesure des densités. IV, 35. — Sa capacité pour la chaleur. IV, 549, 572. — Chaleur qu'elle emprunte pour se transformer en vapeur. IV, 552. — Son peu de conductibilité pour la chaleur. IV, 531, 561.

Échappement libre. Description. I, 66. — Date de son invention. IV, 788.

Éclipses. Définitions. III, 537. — Historique. III, 564. — Méthodes pour les calculer. III, 547, 566, 568. — Leurs prétendues influences sur les maladies. III, 506. || — de Soleil. Explications. III, 538. — partielle, totale, annulaire. III, 539. — Plus fréquentes que celles de Lune. III, 550. — Liste jusqu'à la fin du XIXe siècle. III, 553. — Obscurité. III, 574. — Coloration des objets terrestres. III, 577. — Effets sur les hommes et les animaux. III, 581. — Effets sur la lumière zodiacale. II, 187. — Couronne lumineuse de la Lune. III, 591. — Protubérances rougeâtres sur le contour de la Lune. III, 613. — Phénomènes observés par Euler. III, 487. — artificielles; III, 603, 605. — Causées par des comètes. II, 376, 381. || — de Lune. Explications. III, 541. — Rôle de l'atmosphère terrestre. III, 568. || — des satellites de Jupiter. *V.* Jupiter.

Écliptique. Plan de l'—. I, 259; II, 266. — Obliquité. I, 260, 274. — Déplacement. I, 260, 273. — Variations de son inclinaison. IV, 21.

Écrevisse (l'). Const. *V.* Cancer.

Écu (l'), ou le Bouclier de Sobieski. Const. I, 320, 327. — Périodicité de R. I, 389. — Voie lactée. II, 16.

ie. Planète. II, 204, 222, 257, 258; , 155, 173.
ire. I, 497.
de Beaumont. Montagne lunaire. , 448.
se. Procédé graphique. I, 34.— opriétés. I, 35. — Détermination. 17. || — des comètes. II, 268, 277, .
soïde. Définition. III, 348.
sion. Définition. III, 556.
lade. Satellite de Saturne. IV, 5, 466.
res. Étymologie. IV, 706. — Dé- ition. IV, 707. — Liaison avec le nbre d'or. IV, 708.
l') d'Orion. Const. I, 323, 327. Nombre d'étoiles visible dans lunettes. II, 6.
mérides. Utilité. IV, 740. — Pu- ation. IV, 741. — Emploi. IV, 756.
l'), ou α de la Vierge. I, 341, . — Intensité. I, 360, 361.
cles. Théorie. II, 238; III, 25.
teur. Définition. I, 239. — Di- nce angulaire au pôle et à l'ho- on. I, 239. || — céleste. Divi- ns. I, 248. — Mouvement. I, 249. — solaire. Définition. II, 87. — linaison. II, 115. || — terrestre. finition. I, 281, 282; III, 2. — paration de la Terre en deux hé- sphères. III, 55. — Mesure en nes du contour de l'—. III, 351.— s de son rayon sur celui des es. III, 349. — Longueur du pen- le à l'—. IV, 68. — Vitesse de la ite des corps. IV, 70. — Diminu- n de la pesanteur. IV, 70, 788. — Différences entre les températures yennes des lieux semblablement nés au nord et au midi de l'—. , 574, 576.
tion. Sens de ce mot en astro- nie et en analyse. I, 295. || — nuelle. Définition. IV, 84. — Va- r maximum. III, 383. — Cause. , 383; IV, 83. || — du temps. I, 294. — s. culaire. Définition. IV, 104. Cause. IV, 104.
Équatorial. Description. II, 38.
Équerre (l') et la règle. Const. I, 322, 326. Voie lactée. II, 3.
Équinoxes. Définition. I, 261; II, 227. — Détermination des points équinoxiaux. I, 261. — Mouvements journaliers du Soleil jusqu'aux solstices. I, 292; IV, 602. || Précession des —. Définition. I, 263. V. Précession. || — du Printemps. Sa position au temps d'Hipparque. I, 328.— Sa position actuelle. I, 329. — Quantité dont il se déplace annuellement. I, 328. — Son changement dans les siècles futurs. I, 342.
Ératosthène. Cratère lunaire. III, 430, 448.
Ère. Étymologie. IV, 697. — olympique ou des olympiades. IV, 698. — de la fondation de Rome; de Nabonassar. IV, 699. — chrétienne. IV, 700, 728. — mahométane ou de l'hégire. IV, 701. — du calendrier républicain. IV, 701.
Érichthon. Const. V. Cocher.
Éridan (l'), ou le fleuve Éridan, ou le fleuve d'Orion. Const. I, 314, 318, 326. — Etoiles doubles de l'—. I, 454; II, 20. — Mouvement propre de 3. II, 20. — Comète. II, 345.
Erreur de collimation. V. Collimation.
Esculape. Const. V. Ophiuchus.
Espaces célestes. Infinité. I, 383. — Diaphanéité. I, 384. — Identité de la vitesse des rayons de différentes couleurs dans les espaces célestes. I, 405. — Matière dont ils sont remplis. I, 408, 409. — Étoiles et nébuleuses. I, 511. — Température. II, 479. — Refroidissement des corps par le rayonnement vers l'espace. IV, 535, 559.
Est. Orient, Levant. Définition. II, 213, 228.
Étable (l'). Const. V. Præsepe.
Établissement du port. Définition. IV, 114.
Été. Définition. IV, 565, 719. — Mois

qui le forment. IV, 567. — Distances du Soleil. IV, 575. — Séjour du Soleil dans l'hémisphère boréal. IV, 607. — Influence de la durée moyenne du jour et de la distance moyenne du Soleil sur sa température moyenne. IV, 608. — Température moyenne à diverses latitudes IV, 644.

Éther. Limite supérieure de sa densité. I. 409. — son action sur la marche des planètes et des comètes. IV, 27.

Étoiles. Visibilité par les lunettes. I, 186, 197, 199, 200, 352, 361; à l'œil nu. I, 189, 198, 200, 332, 351, 361; III, 575; dans les puits. I, 202; en plein jour. I, 205; pendant des éclipses de Soleil. III, 575. — Première observation des étoiles en plein jour. IV, 776, 788. — Mouvement diurne. I, 211, 223, 228, 231, 247. — Distances angulaires. I, 216, 220, 232; III, 255. — Distance rectiligne à la Terre. I, 221, 248, 361, 436; II, 44. — Lever et coucher. I, 213; opinion des Anciens. I, 241. — Pourquoi elles sont appelées fixes. I, 220; II, 19. — Détermination de la position du méridien. I, 234. — Cieux solides des Anciens. I, 242. — Passage au méridien. I, 249. — Jour sidéral. I, 260. — Constellations. I, 299. V. ce mot. — Formation d'un catalogue. I, 299. — Coordonnées. I, 305. — Principaux catalogues et atlas célestes. I, 307. — Nombre d'étoiles dans les constellations anciennes. I, 331. — Divers ordres de grandeur. I, 333, 349. — Signes conventionnels. I, 334. — Méthode pour placer une étoile sur un planisphère. I, 335. — Intensités comparatives. I, 354, 371, 376, 380, 383. — Diamètres apparents. I, 364. — Diamètres réels. I, 368; III. 558. — Mesure de leurs diamètres. II, 68. — Distribution des étoiles dans le firmament. I, 381, 383, 495, 508, 511; II, 10, 13; dans la Voie lactée. II, 16. — Influence de l'éther sur l'affaiblissement de leur lumière. I, 383. — Parallaxe annuelle. I, 427, 437; II, 161. — Temps que met leur lumière à arriver à la Terre. I, 437; IV, 44; sa nature. I, 446. — Influence de la réfraction. III, 191. — Lumière d'une étoile comparée à celle d'une nébuleuse. I, 522; à celle du Soleil. II, 157. — Amas stellaires. I, 496; leur distance à la Terre. II, 17. — Transformation des nébuleuses en étoiles. I, 520, 521. — Mouvements propres. I, 280; II, 19, 25; leur cause. II, 33. — Historique de cette découverte. II, 22. — Centre du mouvement. II, 24. — Lois de leurs déplacements annuels liés à la position de la Terre dans son orbite. IV, 402. — Aspect des étoiles dans une lunette. II, 137. — Nature de leur surface. II, 163. — Leurs vitesses si la Terre était immobile. III, 21. — Recherche de leurs déclinaisons. III, 255, 259. — Distances au zénith. III, 271. — Atmosphère. I, 534, 539. — Coloration. I, 459. — Effet de la combinaison de la vitesse de la lumière et de la vitesse de la Terre sur leur position apparente. IV, 409. — Mouvement de Saturne rapporté aux étoiles. IV, 432. — Étoile aperçue dans l'intervalle obscur de l'anneau de Saturne. IV, 447. — Leur aspect pour un observateur situé au centre du Soleil. IV, 760. — Leur mouvement apparent pour un observateur situé à la surface du Soleil. IV, 762; de Jupiter, IV, 766; de la Lune. IV, 770. || — périodiques, changeantes ou variables. I, 386, 387, 389. — de la Baleine. I, 391. — de la Couronne. I, 396. — d'Hercule. I, 397. — de la Lyre. I, 397. — de Persée. I, 398. — d'Argo. I, 400. — Explica-

tion. I, 402. — Importance des observations. I, 405, 408. || — doubles. Définition. I, 447. — Classes. I, 448 — Intensités et couleurs. I, 458. 463. — Explication de leur coloration, I, 457, 460. — Découverte des étoiles bleues. I, 459. — Déplacements relatifs des étoiles doubles. I, 465, 471, 473; II, 44, 48. — Détermination de leur distance à la Terre I, 476. — Moyen de juger de la bonté des lunettes. I, 484. — Étoiles difficiles à dédoubler. I, 487. — Connexion avec les nébuleuses. I, 542. — Méthode d'observation d'Herschel. II, 65, 67. — Leur apparence relative si la Terre était immobile. III, 39. || — triples. Définition. I, 447. — Constellations où elles se trouvent. I, 451. || — quadruples. Définition. I, 447. — La plus remarquable. I, 452. || — multiples. La plus remarquable. I, 452. — Coloration. I, 460, 463. — Importance des observations. I, 463. — Application du calcul des probabilités. I, 487. || — satellites. Définition. I, 451. — Rayons de leurs orbites. I, 473. — Auteurs de cette découverte. I, 489. || — nébuleuses. Définitions. I, 528, 529. — Observations d'Herschel. I, 530. || — nouvelles ou temporaires. Depuis Hipparque jusqu'en 1670. I, 410; — de 1572. I, 411, 461, 520, 521; II, 454. — de 1604. I, 414, 462, 521. II, 454. — de 1670 à 1848. I, 415. — Explications. I, 416, 462, 520, 521; II, 455. || — perdues. I, 378, 421. || — du Berger. Nom donné à Vénus. II, 510.

Étoiles filantes. Définition. IV, 182. — Importance des observations. IV, 285. — Calcul de leur hauteur. IV, 286. — Vitesse. IV, 287. — Fréquence des apparitions. IV, 287, 289. — Tableau circulaire de leur nombre. IV, 290. — Pluies extraordinaires. IV, 292 à 315. — Explications. IV, 315. — Cause de leur inflammation. IV, 316; de leur changement de couleur. IV, 317. — Formes de leurs queues. IV, 317. — Constellations d'où elles semblent diverger. IV, 318. — Mouvements apparents. IV, 320. — Obscurcissement du Soleil. IV, 320.

Eudoxe. Montagne lunaire. III, 449.

Euler. Montagne lunaire. III, 420, 449.

Eunomia. Planète. II, 204, 222, 257, 258; IV, 156, 173.

Euphrosine. Planète. II, 206, 223, 257, 259; IV, 166, 173.

Europe. Satellite de Jupiter. IV, 353 note.

Euterpe. Planète. II, 205, 222, 256, 258; IV, 163, 173.

Évaporation. Froid qui l'accompagne. IV, 552, 572.

Évection. Définition. III, 383; IV, 84. — Valeur maximum. III, 383. — Cause. IV, 83. — L'auteur de la découverte. III, 383. — Origine de ce nom. III, 384 note.

Excentricité de l'ellipse. Définition. I, 37, 469 note; II, 287.

## F

Fabricius. Montagne lunaire. III, 447, 451.

Facules. Définition. II, 84. — Étymologie. II, 84 note. — Places où elles se montrent. II, 88. — Explication. II, 105, 134, 147; III, 607.

Faisceau lumineux. Définition. I, 71. — Dispersion. I, 107. — incident, émergent. I, 107. — ordinaire, extraordinaire. II, 95.

Faîte. Définition. III, 61. — Dimensions. III, 62.

Femme enchaînée (la). Const. V. Andromède.

Fides. Planète. IV, 169, 173.

Fil à plomb. Sa direction au-dessus d'un liquide stagnant. III, 6. —

Détermination de l'horizon. I, 212. — Preuve du mouvement de rotation de la Terre. III, 33. — Sa déviation dans les plaines. III, 369; près des montagnes. IV, 71.
FIRMAMENT. *V.* Ciel.
FLAMSTEED. Montagne lunaire. III, 448, 451.
FLÈCHE (la) et son arc, ou le Dard. Const. I, 318, 326. — Voie lactée. II, 1, 3.
FLEUR DE LIS (la). Const. *V.* Mouche australe.
FLEUVE (le) céleste. Nom donné à la Voie lactée. I, 313 note; II, 2. || — du Tigre. Const. *V.* le Renard et l'Oie. || — Éridan. Const. *V.* Éridan. || — d'Orion. Const. *V.* Éridan. || — Jourdain. Const. *V.* Lévriers.
FLINT-GLASS. Emploi. I, 111, 139, 183. — Difficultés de sa fabrication. I, 184; II, 58.
FLORE. Planète. II, 204, 222, 256, 258; IV, 151, 152, 173.
FOMALHAUT, ou α du Poisson austral. I, 314, 342, 350.
FONTENELLE. Montagne lunaire. III, 450.
FORCES. Leur action sur les corps. I, 39. || Parallélogramme des —. Démonstration. I, 40. || — centrifuge. Ses effets. III, 33.
FORÊTS. Influence de leur destruction sur les climats. IV, 619. — Conservation de la neige. IV, 619.
FORTIFICATIONS lunaires. Prétendue découverte de Gruithuysen. III, 427.
FORTUNA. Planète. II, 205, 222, 257, 258; IV, 158, 173.
FOURIER. Montagne lunaire. III, 447.
FOURNEAU chimique. Const. I, 321, 327.
FOYER de la lentille. Sa formation. I, 92. — Origine de ce nom. I, 93. — Foyer principal. Définitions. I, 93. — Divergence des rayons. I, 94. — Convergence. I, 95. — Foyers secondaires. I, 96. — Formation des foyers sur des axes secondaires. I, 98; par la dispersion des rayons lumineux. I, 108. — Images focales diversement colorées. I, 109. || — de la lunette. Définition. I, 485. || — des loupes. Leurs propriétés connues des anciens. I, 164. || — des miroirs concaves. I, 73. || Foyers conjugués. I, 77. || Foyers de l'ellipse. Définition. I, 86.
FUSÉE. Description. I, 56.

## G

GALAXIE. Nom donné par les Grecs à la Voie lactée. I, 313; II, 2.
GALILÉE. Montagne lunaire. III, 448. || — Nom donné à une montagne de Vénus. II, 521.
GANYMÈDE. Satellite de Jupiter. IV, 353 note.
GARDE-TEMPS. *V.* Chronomètres.
GARDIEN (le) de l'Ourse. Const. *V.* Bouvier.
GASSENDI. Montagne lunaire. III, 448.
GAUSS. Mont. lunaire. III, 449, 451.
GAY-LUSSAC. Mont. lunaire. III, 448.
GÉMEAUX (les). Const. I, 314, 317, 326, 328, 341. *V.* Castor, Pollux. — Divinités auxquelles ils étaient consacrés. I, 345. — Intensité de H, *d*, *g*. I, 356, 357. — Périodicité de ζ. I, 389. — Étoiles doubles. I, 447, 454, 457. — Voie lactée. II, 1, 2. — Comète. II, 281. — Découverte d'Uranus. IV, 479. || Le signe des —. Différence entre le signe et la constellation. I, 328.
GEMINI. Nom latin des Gémeaux. I, 336.
GÉOCENTRIQUE (position). Signification. II, 215.
GÉOMÉTRIE. Notions. I, 1.
GEORGIUM SIDUS. Nom proposé pour Uranus. IV, 477, 485.
GIRAFE (la), ou le Caméléopard. Const. I, 320, 325. — Étoile double. I, 454. — Bolide. IV, 266.
GLOBE céleste. Formation. I, 218, 307. || — terrestre. *V.* Terre.

s de feu. *V.* Bolides.
ON. Description. IV, 744. — Étymologie. IV, 744 note. — Emploi. 745.
s lunaires. III, 445.
ISSEMENT des lunettes. *V.* Lunettes.
(la). Const. I, 319, 326.
STREAM. Sa route; son influence les températures terrestres. 599.
SCOPE de Foucault. Description. 50.

## H

s. Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
NG. Montagne lunaire. III, 449.
ONIA. Planète. IV, 171, 173.
ALUS. Montagne lunaire. III, 450.
(la) de Georges. Const. I, 322, 327.
EURS (Mesure des). Détermination. III, 198, 202. — Méthode barométrique. III, 203. — Méthode hypsométrique. III, 202. — Détermination de la hauteur absolue. III, || Hauteur du pôle. *V.* Pôle.
Planète. II, 204, 222, 257, ; IV, 150, 173.
E. Définition; année à laquelle correspond. IV, 701.
ON. Montagne lunaire. III, 449.
CENTRIQUE. Signification. II,
MÈTRE de Bouguer. II, 53; IV, . — de Dollond. II, 53. — de uenhofer. II, 55. — Inconvénients. II, 57.
PHÈRES terrestres. Boréal et au- l. III, 55. — Terres. III, 56.
LE, ou l'Homme à genoux. Const. 17, 325. — Nombre d'étoiles ervées à l'œil nu. I, 332. — ngement d'intensité de β et α. . — Disparition de la 55e. I, . — Périodicité de α. I, 389, 424. — Réfraction de α. III, 563. — Marche vers le pôle de ζ, IV, 95. — Étoiles doubles. I, 448, 455, 469, 487, 492. — Comètes. II, 282, 290. — Translation du système solaire vers λ. II, 30. || — Nébuleuse. I. 503; II, 34. || — Montagne lunaire. III, 449. || — Nom donné par les anciens à la planète Mars. IV, 135.
HERCYNIENS (les monts). Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
HÉRODOTE. Montagne lunaire. III, 449.
HERSCHEL. Montagne lunaire. III, 448. || — Nom proposé pour Uranus. IV, 477, 486.
HEURES. Unité de temps. I, 265. — équinoxiales. I, 267 note. — sidérale. I, 250. — Transformation des heures en degrés. III, 290.
HÉVÉLIUS. Cratère lunaire. III, 421, 448, 451, 452.
HIPPARQUE. Montagne lunaire. III, 448, 451, 452.
HIVER. Définition. IV, 565, 719. — Mois qui le forment. IV, 567. — Distance du Soleil. IV, 575. — Séjour du Soleil dans l'hémisphère austral. IV, 607. — Influence de la durée moyenne du jour et de la distance moyenne du Soleil sur sa température moyenne. IV, 608. — Température moyenne à diverses latitudes. IV, 644.
HOMME (l') à genoux. Const. *V.* Hercule. || — qui porte une urne. Const. *V.* Verseau.
HONNEURS de Frédéric (les). Const. I, 322, 325.
HORIZON. Définition. I, 211; III, 19. — Détermination géométrique. I, 211. — Les horizons de différents lieux ne sont pas parallèles. I, 215. — Distance angulaire de l'équateur à l'horizon. I, 239. — Détermination des hauteurs par la mesure de sa dépression. III, 211. — Calcul de sa dépression. IV, 757. — Échauffement et refroidissement des objets dont se compose un horizon déterminé.

IV, 535, 538, 561. — Égalité de température pour tous les points d'un horizon de terre ferme déterminé. IV, 570. — Température d'un horizon recouvert d'une épaisse couche d'eau. IV, 571.
Horloge ou Pendule. Moteurs. I, 52, 55. — Première application aux observations astronomiques. I, 52. — Combinaison des roues dentées. I, 68. — italique. I, 268. — réglée sur le temps moyen. I, 288, 293, 296. — Moyen de la régler. IV, 742, 748. — Date de l'application du pendule. IV, 787. — Étude de la marche d'une étoile. I, 232. || — sidérale. Définition. I, 250, 302. — Détermination de l'ascension droite des astres. I. 265, 303; II, 40.
Horloge (l'). Const. I, 321, 326.
Horlogerie. Notions. I, 39.
Horus. Nom donné à Mercure par les Égyptiens. II, 491.
Humboldtianum (mare). Mer de la Lune. III, 445.
Humeur aqueuse. Fonction. I, 113. || — vitrée. Fonction. I, 114.
Huygens. Montagne lunaire. III, 417, 418, 449.
Hyades. Const. I, 323, 326, 341, 344, 346, 498. — Voie lactée. II, 2.
Hydre (l') femelle ou la Couleuvre. Const. I, 313, 318, 326, 327; II, 19. — Intensité des deux premières étoiles. I, 377. — Périodicité de la 30e. I, 386, 389. || — mâle ou le Serpent austral. Const. I, 319, 326. — Périodicité de α. I, 389.
Hygie. Planète. II, 204, 223, 257, 259; IV, 152, 153, 173.
Hyginus. Cratère lun. III, 426, 448.
Hypérion. Satellite de Saturne. IV, 465, 466.
Hypoténuse. Définition. I, 29. || Carré de l' —. I, 29.

## I

Immersion. Définition. III, 556.
Inclinaison. Un des éléments de l'orbite d'une comète. II, 267, 268. || — des versants. III, 62; des couches. III, 67.
Ides. Époque où elles arrivaient. IV, 664.
Indiction. Étymologie; durée. IV, 695. — Commencement de l'indiction romaine. IV, 696.
Indien (l'). Const. I, 319, 326. — Mouvement propre de α. II, 20.
Inégalités séculaires. IV, 19. || — périodiques. IV, 19.
Inertie. Définition. I, 39. — Conséquences du principe. I, 39, 40. — Explication du mot. I, 40.
Institut de Bologne. Nom donné à une montagne de Vénus. II, 521.
Instruments astronomiques. Notions historiques. I, 155; IV, 787. || — à réflexion. Principe de leur construction. IV, 751. — Emploi. IV. 752. — Diverses espèces. IV, 753.
Io. Satellite de Jupiter. IV, 353 note.
Irène. Planète. II, 204, 222, 257, 258; IV, 155, 156, 173, 176 à 179.
Iris. Planète. II, 204, 222, 257, 258; IV, 150, 151, 173.
Isis. Planète. IV, 172, 173. || —Nom donné à Vénus. II, 510.

## J

Japhet. Satellite de Saturne. IV, 465, 466.
Jour. Unité de temps. I, 265. — Divisions. I, 250, 265, 271. — Diverses significations. I, 266. || Visibilité des astres en plein jour. I, 199, 202, 205. || — solaire. Définition. I, 270. — Commencement du jour chez divers peuples. I, 269. — Commencement du jour astronomique. I, 270. — Différence de durée avec le jour sidéral. I, 271. — Durée dans toutes les régions de la Terre. I, 280; IV, 601. — Explication des inégalités. I, 284; IV, 561. — Constance de sa durée. IV, 108. — Influence de la durée

yenne des jours sur la tempéra-
e moyenne des saisons. IV, 608.—
gine des noms des jours de la
aine. IV, 651; leur ordre. IV,
; leurs noms dans les princi-
es langues. IV, 657; dans le ca-
lrier républicain. IV, 666. —
ivera-t-il un temps où les jours
ont égaux entre eux et jouiront
la même température toute
née? IV, 719. || — sidéral. Défi-
on. I, 250, 270. — Commence-
nt. I, 265. — Différence de du-
avec le jour solaire. I, 271. ||
lunaire. Sa durée. III, 488.
AIN (le fleuve). Const. *V.* Lé-
TS.
. Planète. II, 204, 222, 257,
; IV, 147, 173, 176 à 179, 356,
, 789. || — Nom donné à Vénus.
510.
R. Planète. II, 198, 199, 200.—
ne. II, 46, 203, 244; IV, 323,
note, 652. — Son origine selon
Ion. II, 450. — Sa place dans le
ème de Ptolémée. II, 244.—Noms
lui ont été donnés par les an-
s. IV, 323. — Mouvement ap-
ent. II, 207, 234. — Distance au
eil. II, 221; IV, 143, 323. —
olution sidérale. II, 221; III, 22.
Mouvement diurne. II, 221. —
ments de l'orbite. II, 256; IV,
. — Variations séculaires. II,
. — Mouvement de rotation.
449; IV, 328, 788. — Inclinai-
de son axe. IV, 328. — Sa vi-
e si la Terre était immobile.
21, 39. — Durée de sa révolu-
. III, 22. — Temps qu'il met-
t à tomber sur le Soleil si son
ivement de translation était
anti. III, 356. — Accélération
son mouvement. IV, 22. — Son
ivement rapporté aux étoiles.
324.—Mouvements relatifs réels
la Terre et de Jupiter. IV, 389.
nalogie de son mouvement avec
i d'Uranus. IV, 478.— Pertur-
ons provenant de Saturne. IV,
24. — Masse. IV, 32, 34, 355.— Diamètre. IV, 40, 327. — Volume. III, 21; IV, 40, 326. — Densité. IV, 41. — Pesanteur à la surface. IV, 42. — Atmosphère. IV, 179, 333 à 343, 348. — Conjonction; opposition. IV, 324, 387. — Quadrature. IV, 324.—Intensité de sa lumière. II, 161; IV, 326, 344, 347. — Comparaison des intensités des régions polaires et équinoxiales. IV, 346. — Rareté de la scintillation. IV, 323. — Quantité de lumière et de chaleur qu'il reçoit du Soleil. IV, 326, 344, 765. — Grandeur. IV, 326. — Taches. IV, 328. — Forme. IV, 331, 457. — Aplatissement. IV, 333, 789. — Bandes. IV, 333 à 343. — Vents alizés. IV, 337. — Distances moyennes à la Terre. IV, 357, 393. — Cône d'ombre qu'il projette à l'opposite du Soleil. IV, 385. — Immersions et émersions des satellites. IV, 386. — Son action sur Uranus. IV, 510; sur des comètes. II, 280, 281; IV, 26. — Comètes contenues dans son orbite ou qui la dépassent. II, 291, 296, 299, 362, 365, 434. — Peut-il être choqué par une comète? II, 447. — Dates de la découverte des petites planètes entre Mars et Jupiter. IV, 789. — Jour qui lui était consacré. IV, 653. — Observé en plein jour. I, 206.—Aperçu à l'œil nu pendant des éclipses de Soleil. III, 576, 577. — Temps qu'il emploie à disparaître derrière la Lune. III, 558. || Satellites. — Découverte. II, 43; IV, 350, 788. — Nombre. IV, 346. — Mouvement de translation. II, 449; IV, 346, 360. — Mouvement de rotation. II, 449; IV, 360, 373, 378. — Lois de leurs mouvements et de leurs positions relatives. IV, 362. — Ils présentent toujours la même face à la planète. III, 487; IV, 362. — Ils présentent à la Terre toutes les parties de leur surface. IV, 377. — Ombre qu'ils projettent

sur la planète. IV, 347. — Leur disparition. IV, 348. — Durée de leurs révolutions. IV, 351. — Leur grandeur. IV, 356. — Angles qu'ils sous-tendent vus de la planète. IV, 357. — Leurs rayons comparés au rayon de la Terre. IV, 357. — Leurs masses. IV, 357. — Leur ordre de grandeur. IV, 359. — Recherches à faire sur leurs densités. IV, 360. — Leurs mouvements propres. IV, 360. — Leurs distances moyennes au centre de la planète. IV, 361. — Durées de leurs révolutions sidérales. IV, 361. — Détermination des longitudes terrestres par l'observation des satellites de Jupiter. IV, 364. — Lois de Laplace. IV, 367. — Passage de leurs ombres sur le disque de la planète. IV, 372, 381. — Taches. IV, 373. — Variations de leurs grandeurs apparentes; conséquences qu'on en a déduites. IV, 377. — Atmosphères. IV, 379. — Couleurs. IV, 380. — Nature de leur lumière. IV, 380. — Éclipses. IV, 385. — Immersions et émersions. IV, 386. — Exemple familier destiné à faire comprendre les considérations qui ont conduit à la détermination de la vitesse de la lumière par l'observation des éclipses. IV, 395. — Détermination de la vitesse de la lumière par l'observation des éclipses des satellites de Jupiter. I, 408; III, 42; IV, 398, 404. — Révolution synodique. IV, 388; sidérale. IV, 389. — Relation entre la révolution sidérale et la révolution synodique. IV, 391. — Angles que font les plans de leurs orbites avec le plan de l'équateur de la planète. IV, 493. — Instrument employé pour les observer. I, 190; III, 255. — Possibilité de les voir à l'œil nu. I, 190, 191; IV, 368. — Phénomènes qu'ils présentent pour un observateur situé sur la planète. IV, 767.

## K

Karpathes. Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
Kepler. Montagne lunaire. III, 448.

## L

La Condamine. Montagne lunaire. III, 449.
Lacs lunaires. III, 445.
Lætitia. Planète. IV, 171, 173.
Lagrange. Montagne lunaire. III, 447.
Lalande. Montagne lunaire. III, 448.
Lambert. Montagne lunaire. III, 449.
Lampadias. Nom donné à une comète. III, 108.
Lance du Centaure (la). Const. *V.* Loup.
Langrenus. Montagne lunaire. III, 448.
Laplace. Montagne lunaire. III, 449.
Latitude astronomique. Définition. I, 279. — Se déduit des déclinaisons. I, 279. — Différence avec la déclinaison. I, 307. || — du lieu, ou géographique, ou géodésique, ou terrestre. Définition. I, 239; III, 69, 254. — Détermination. I, 240; III, 254. — Étymologie. III, 71. — Leur constance. III, 371. — Conséquences de leurs changements. III, 372.
Lavoisier. Montagne lunaire. III, 449.
Leda. Planète. IV, 170, 173.
Leibnitz (les monts). Chaîne de montagnes lunaires. III, 418, 445, 446, 450, 486.
Lentille. Définition. I, 89. — Axe. I. 89. — Marche de la lumière. I, 90, 93, 98. — Foyers. I, 92, 96, 98, 120. — Plan focal. I, 99. — Centre optique. I, 99. — Formation de l'image. I, 100, 138. — plano-convexe. I, 96. — convexo-concave. I, 97. — biconcave. I, 97, 116. — double convexe. I, 116. — objective. I, 104, 105. — oculaire. I, 104, 105, 117. —

matique. I, 111, 183. — Aber-
n de sphéricité. I, 105; de ré-
ibilité. I, 107.
om latin du Lion. I, 336.
s DOMINICALES. Emploi dans les
driers perpétuels. IV, 709. —
d. IV, 715.
NÉE. Planète. IV, 168, 169, 173.
s (les), ou les Chiens de chasse,
stérion et Chara, ou le Fleuve
lain. Const. I, 320, 325. —
vement propre d'une étoile. II,
- Étoile double. I, 455. || Nébu-
. I, 509.
(le) ou le Sceptre et la Main
stice. Const. I, 320, 325.
Nom latin de la Balance. I,

ON. Explication. III, 408. —
. III, 408, 410, 454. — opti-
III, 408, 409, 410. — Effets sur
due des parties visibles de la
. III, 485. — Cause, IV, 90.—
verte. IV, 91.
BERG. Montagne lunaire. III,

(la), ou le Monoceros. Const.
, 326, 327. — Étoiles multi-
I, 451, 454.— Voie lactée. II,

(le). Const. I, 318, 326.
droite. Définition. I, 1. || —
e, plane, ou à double courbure.
|| — parallèles. Définition. I,
- Notions. I, 24. || — de niveau.
6. || — des apsides. Son mou-
nt. III, 380.
sothermes. Définition. IV, 583,
— Direction. IV, 608. — Diffé-
avec les parallèles terrestres.
83, 609. — Nécessité de tenir
te dans leur tracé de la hau-
des stations. IV, 609. — de
en monde. IV, 610. — du
eau monde. IV, 611. — de
isphère boréal. IV, 612. — de
isphère austral. IV, 613.
Montagne lunaire. III, 449.
). Const. I, 313, 317, 326,
340, 342. — Intensité de β.
I, 358, 361, 377. — Périodicité de R. I, 389. — Étoile disparue. I, 380. — Étoiles doubles. I, 454, 455, 457, 469. — Divinité à laquelle il était consacré. I, 346. — Comète. II, 311. Étoiles filantes. IV, 310, 311, 319, 320. *V.* Régulus. || Le signe du —. Différence entre le signe et la constellation. I, 329. || — (le petit). Const. I, 320, 325.

LLANOS. Définition. III, 58.

LOCH (le). Const. I, 323, 327.

LOIS de Kepler. I, 467, 471; II, 220, 223, 226, 229, 255, 277, 291, 468, 477, 489, 509; III, 381; IV, 3, 31, 82, 362, 363, 464, 467, 497, 668, 761, 762, 788. || — de Laplace. IV, 363, 367. || — de Titius. IV, 142.

LONGITUDE astronomique. Définition. I, 279; II, 266. — Se déduit des ascensions droites. I, 279. — Différence avec l'ascension droite. I, 307. || — du nœud, du périhélie d'une comète. II, 268. || — géographique, ou géodésique. Définition. III, 68. — Étymologie. III, 71. — Détermination. III, 289; IV, 364.— Solution facile du problème. IV, 757.

LONGUEUR. Définition. I, 1.

LOUP (le), ou la Lance du Centaure, ou la Panthère, ou la Bête. I, 318, 326. — Étoile disparue I, 380. — Étoile triple. I, 451. — Voie lactée. II, 3.

LOUPE. *V.* Microscope simple.

LOXODROMIE. Définition. III, 347.

LUCIFER. Nom donné à Vénus. II, 510.

LUCULES. Définition. II. 89. — Étymologie. II, 90, note. — Explication. II, 105. — Découverte. II 110, 135.

LUEUR cendrée. *V.* Lumière cendrée.

LUMIÈRE. Définition. I, 71. — Propriétés. I, 71. — Lois de la réflexion. I, 72; II, 98. — Lois de la réfraction. I, 78; II, 98; III, 563. — Sa marche à travers les prismes. I, 83, 124; II, 95, 97; les len-

tilles. I, 89. — Dispersion. I, 107. — Variation d'intensité avec la distance. I, 139, 361; II, 158, 424. — Application de cette loi à la mesure de la distance des étoiles. I, 361, 364. — Effets sur l'œil. I, 142, 144; influence du mouvement. I, 194. — Comparaison de deux lumières. I, 192; II, 427. — Uniformité d'éclat d'une surface d'une certaine étendue. I, 194. — Action de l'air. III, 191. — Nature. II, 436; III, 41. — Vitesse. III, 35; IV, 408; déduite des observations des satellites de Jupiter. I, 408; III, 42; IV, 385, 398. — Exemple familier destiné à faire comprendre les considérations qui ont conduit à cette découverte. IV, 395. — Historique de cette découverte. IV, 401, 402, 788. — Vitesse déduite des observations des phases d'Algol. IV, 425; d'expériences faites sur la Terre. III, 42, IV, 418. — Conséquences déduites de la double supposition de sa vitesse et de l'immobilité de la Terre. III, 37. — Influence de sa vitesse sur les valeurs observées de la révolution synodique des satellites de Jupiter. IV, 391. — Égalité de sa vitesse quel que soit le corps dont elle émane. IV, 413. — Effets de la combinaison de sa vitesse et de celle de la Terre sur la position apparente des étoiles. IV, 409. — Aberration. I, 441; IV, 402 à 418, 789. || — blanche. Composition. I, 405. || — solaire. Effet lorsqu'elle tombe sur un corps non poli. III, 457. — Comparée à celle de la Lune. I, 140; II, 478; III, 461, 468; à celle des étoiles. II, 157, 370; aux lumières terrestres. II, 171. — Mesure de la réfraction. III, 563. — Sa nature. II, 456. — Causes de sa dispersion dans l'atmosphère. III, 190. — Comment elle échauffe les corps. IV, 544. — Ce qui la distingue de la lumière qui émane de nos foyers. IV, 546. || — atmosphérique. Variation d'intensité avec le grossissement de la lunette. I, 188, 197, 201. — Changements de couleur pendant les éclipses de Soleil. III, 578. — Explication. III, 579. || — polarisée. Phénomènes principaux. II, 95. || — de la Lune. Nature, intensité. III, 456. — comparée à celle du Soleil. I, 140; II, 478. — Polarisation. III, 463. — Effets calorifiques et chimiques. III, 467, 499, 501. || — zodiacale. Description. II, 183. — Découverte. II, 186. — Explications. II, 187. — Couleurs. II, 192, 423. — Effet des éclipses totales de Soleil. II, 187. — Idée de Cassini. IV, 322. || — cendrée. Explication. III, 471. — Intensité, couleur. III, 475. || — des étoiles. Nature. I, 446. — Temps qu'elle met à venir jusqu'à nous. IV, 44. || — électrique. Intensité. II, 172.

Lunaison. Définition. III, 377. — Noms des mois de l'année solaire donnés aux lunaisons. III, 394.

Lunatique. Définition; origine de cette dénomination. III, 503.

Lune. Considérée comme planète par les anciens. II, 197, 200. — Signe. II, 46, 244; IV, 487 note, 652. — Mouvement propre. II, 30, 268; III, 375, 410, 558; IV, 104, 105, 119; dans le système de Ptolémée. II, 243; de Copernic. II, 245; de Tycho-Brahé. II, 250. — Attraction exercée par la Terre. IV, 7. — Chute vers la Terre en une seconde. IV, 8. — Masse. IV, 34. — Volume. III, 411; IV, 40. — Densité. IV, 41. — Diamètre. III, 379; IV, 40; sa mesure au micromètre. I, 134. — Durée de la révolution. III, 381. — Perturbations; principales inégalités. III, 383; IV, 82 à 84. — Parallaxe solaire déduite de ses perturbations. IV, 87. — Inégalité séculaire. IV, 88. — Phases. II, 57; III, 384, 397. — Age. III, 392. — Nombres d'or. III, 397. — Réapparitions. III,

— Mois lunaire, IV, 108, 104. Fêtes religieuses réglées sur mouvements. IV, 702. — Dis- à la Terre. III, 399, 411, — Effets de la parallaxe. III, — Mouvement de rotation. 49; III, 405. — Elle présente urs la même face. 406, 423, IV, 91.— Librations. III, 408; . IV, 9. — Révolutions. III, IV, 658. — Orbite. II, 330; 410, 538. — Sa distance à la . III, 411. — Sa lumière com- à celle du Soleil. III, 462. — es photographiques de la Lune. 71. — Température à sa sur- lorsqu'elle est pleine. III, 502. onstitution physique. III, 411, 430. — Rainures. III, 424. — ndues fortifications. III, 427. spect du bord. III, 427. — La est-elle un monde achevé? 28. — Forme qu'elle prit sous on de la Terre en se solidifiant. 2. — Pesanteur à sa surface. 419; IV, 42. — Temps que ait un boulet de canon à venir Terre. IV, 44.— Distance à la e elle peut être ramenée par loi des plus forts grossisse- s. III, 430. — Eau. III, 432. mosphère. III, 434. — Cartes res. III, 442.—Taches. I, 171; 42. — Montagnes. II, 43; III, 445 à 452. — Échancrures et s. III. 429. — Mers, lacs, gol- marais. III, 445. — Volcans llement enflammés. III, 489. abitabilité ; idées de Fonte- II, 482.— A-t-elle été heurtée ne comète? III, 452. — A-t- té une comète? III, 455. — se causée par une comète. II, — La Terre vue de la Lune. 73; IV, 771. — État physique émisphère invisible. III, 485. jour et la nuit sur la Lune. 88; IV, 771. — Points bril- sur certaines parties du dis- III, 489. — Son mode d'action sur la Terre. III, 529. — La Lune est-elle l'origine des aérolithes? IV, 216.—Son influence sur les marées. III, 114; IV, 106, 109, 119, 641; sur la masse intérieure fluide du globe. IV, 115; sur les nuages. III, 501; sur les êtres animés et sur les maladies. III, 503; sur le nombre de jours de pluie. III, 510; sur l'atmosphère terrestre. III, 512, 532; IV, 117, 641; sur la direction du vent. III, 516; sur les changements de temps. III, 517, 519. — Elle sous-tend le même angle que le Soleil. III, 538. — Son rapport avec les mois. IV, 658. — Son action dans les éclipses de Soleil. III, 538. — Éclipses. III, 541, 568, 571. — Occultations des planètes et des étoiles. III, 554. — Apparition des étoiles sur le disque lunaire. III, 563. — Couronne lumineuse pendant les éclipses totales de Soleil. III, 591; effet sur la lumière zodiacale. II, 187. — Protubérances rougeâtres sur divers points de son contour pendant les éclipses totales de Soleil. III, 613. — Jour qui lui était consacré. IV, 652. — Phénomènes astronomiques tels qu'ils se montreraient à un observateur placé dans la Lune. IV, 770. || — rousse. III, 497. || — de la moisson. III, 533. || — du chasseur. III, 535. V. Lumière. Lumière cendrée. Éclipses.

Lunettes. Théorie. I, 101 à 105, 485. Mise au point. I, 105. — achromatiques. I, 110, 182; IV, 788. — Grossissements. I, 120, 129; II, 68; leur mesure. I, 124, 130; II, 69. — Accroissement. II, 429; III, 430. — Champ. I, 131. — Effet de l'atmosphère sur toute l'étendue du champ. II, 156. — Historique de la découverte. I, 128, 170, 173 à 184; II, 144; IV, 787. — Dimensions. I, 180, 184; II, 42. — Ce qui les distingue des microscopes. I, 139, 181. — Moyen de juger de leur bonté. I, 184. — Effets sur

la visibilité des étoiles. I, 186, 197, 199, 200, 364; III; 289; des planètes I, 188, 197, 201, 364; des comètes. II, 430, 434. — Visibilité de l'atmosphère. I, 188,197. — Emploi des verres colorés. II, 123. — Leur application aux instruments divisés. I, 216; III, 255, 256; IV, 787. — Emploi qu'en fait Galilée. III, 412. || — à doubles images. Emploi. III, 437. || — héliométriques. Emploi. III. 437. || — à prisme de Rochon. Emploi. III, 437, 477; IV, 375, 382. || — méridienne. Description. I, 263. — Emploi. I, 263, 265, 294, 301, 305. — Date de l'invention. IV, 787. || — parallatique. Description. II, 36. || — polariscope. Principe de sa construction. II. 98. — Description. II. 100. — Emploi. II, 101, 195, 422; III, 611. — Date de l'invention. IV, 788. || — d'Arago pour observer les satellites de Jupiter. I, 190.

Lustre. Durée. IV, 694.

Lutetia. Planète. II, 205, 222, 257, 258; IV, 160, 173.

Lynx (le). Const. I, 320, 325. — Changement d'intensité de la 34e. I, 381. — Étoile triple. I, 451. — Comètes. II, 281, 337.

Lyre (la), ou le Vautour tombant. Const. I, 314, 317, 325, 342. — Son éclat suivant Aratus. I, 372 note. — Nombre d'étoiles observées à l'œil nu. I, 332. — Périodicité de β. I, 387, 389, 397. — Étoiles multiples I, 452, 456. V. Wéga. || Nébuleuse de la —. I, 509.

## M

Machine électrique (la). Const. I, 323, 327. || — pneumatique. Const. I, 321, 327.

Macrobius. Montagne lunaire. III, 449, 452.

Mæstlin. Mont. lunaire. III, 448.

Maia. I, 497.

Manilius. Cratère lunaire. III, 420, 448.

Marais lunaires. III, 445.

Marco Polo. Montagne lunaire. III, 449.

Marées. Théorie. IV, 105. — Grandes et petites. IV, 107, 109. — Marée totale. IV, 109. — Époques des plus fortes marées. IV, 111. — Unité de hauteur d'un port. IV, 111. — Établissement du port. IV, 112. — Tableau de l'établissement et de l'unité de hauteur des principaux ports de l'Océan. IV, 113. — Action de la Lune. IV, 641; du Soleil. IV, 106, 109, 119. || — atmosphériques. III, 513, 532; IV, 116.

Marius. Montagne lunaire. III, 448.

Markab, ou α de Pégase. I, 314, 340.

Mars. Planète. II, 198, 199, 200. — Signe. II, 46, 203, 244; IV, 121, 487 note, 652. — Son origine suivant Buffon. II, 450. — Mouvement apparent. II, 207, 233; son origine. II, 30. — Distance au Soleil. II, 221; IV, 124, 142; à la Terre. IV, 124. — Son mouvement par rapport au Soleil. IV, 122. — Quantité de lumière et de chaleur que lui envoie le Soleil. IV, 124. — Révolution sidérale. II, 221; IV, 123; synodique. IV, 123. — Mouvement diurne. II, 221. — Éléments de l'orbite. II, 256; IV, 123, 124. — Variations séculaires. II, 259. — Mouvement de rotation. II, 449; IV, 127, 788. — Phases. II, 208; IV, 126. — Masse. IV, 33, 34. — Diamètre. IV, 40. — Grandeurs apparentes. IV, 124. — Volume. IV, 40, 124. — Densité. IV, 41. — Pesanteur à la surface. IV, 42. — Aspect. IV, 121. — Couleur. IV, 121, 135, 136. — Opposition; quadrature; conjonction supérieure. IV, 122. — Taches. IV, 127, 132, 137, 138. — Aplatissement. IV, 130, 457, 789. — Saisons. IV, 131. — Nombre de jours d'une année

ire. IV, 134. — Atmosphère, 137, 179. — Analogie de son ıvement avec celui d'Uranus. 478. — Jour qui lui était con-ré. IV, 652. — Son aspect pour observateur situé sur Jupiter. 766. — Preuve de la mobilité la Terre par l'observation des sages au méridien. III, 38. — ıps qu'il mettrait à tomber sur Soleil si son mouvement de ıslation était anéanti. III, 356. Parallaxe solaire déduite de celle Mars. III, 364. — Comètes. II, . — Éclipsé par la Lune. III, , 559. — Aperçu à l'œil nu pen-t une éclipse de Soleil. III, 577. Différents noms qui lui ont été nés. IV, 135.

ELYNE. Mont. lunaire. III. 448.

LIA. Planète. II, 205, 222, 257, ; IV, 159, 173.

E (la) d'Hercule. Const. I, 323, .

IRE diffuse. Espaces qu'elle oc-e dans le ciel. I, 512. — Sa dis-ution dans les vraies nébuleu-. I, 516. — Sa condensation t se transformer en étoiles. I, , 525. — Non lumineuse par -même et imparfaitement opa-. I, 540. — Son rôle dans la stitution de la Voie lactée. I, ; II, 15; dans la formation des les nouvelles. I, 417, 520.

OLYCUS. Mont. lunaire. III, 447.

MUM. Définition. II, 119.

R. Montagne lunaire. III, 449.

NIQUE. Notions. I, 39.

EZ, ou δ de la Grande Ourse. 38.

OMÈNE. Planète. II, 205, 222, , 258; IV, 158, 173.

. *V.* Océan. || — lunaires. III, 432, , 460.

K, ou β de la Grande Ourse. I, .

URE. Planète. II, 198, 199, 200, , 244. — Signe. II, 46, 203, 244, ; IV, 487 note, 652. — Opinions des anciens. II, 200, 491. — Son origine suivant Buffon. II, 450. — Sa place dans le système de Ptolémée. II, 244. — Mouvement apparent. II, 207, 212, 231, 485. — Distance au Soleil. II, 221, 489, 498; IV, 142, 762; à la Terre. II, 499. — Révolution sidérale. II, 221, 488. — Mouvement diurne. II, 221. — Éléments de l'orbite. II, 256, 489. — Variations séculaires. II, 259. — Mouvement de rotation. II, 449, 503, 505; IV, 763, 789. — Comètes. II, 362. — Aspect. II, 485. — Phases. II, 208, 212, 487, 492, 494, 499, 503.— Conjonctions supérieure et inférieure. II, 488; IV, 121. — Passages sur le Soleil. II, 108, 493, 505; III, 360, 362. — Volume. II, 499; IV, 40. — Diamètre. II, 500; IV, 40. — Aplatissement. II, 500. — Masse. IV, 33, 34. — Densité. IV, 41. — Pesanteur à la surface. IV, 42. — Atmosphère. II, 501. — Montagnes. II, 504; III, 198. — Bandes. II, 502, 505. — Volcans. II, 505. — Lumière et chaleur qu'il reçoit du Soleil. II, 505; IV, 763. — Temps qu'il mettrait à tomber sur le Soleil si son mouvement de rotation était anéanti II, 356. — Aperçu à l'œil nu pendant des éclipses de Soleil. III, 575 à 577.— Vu en même temps que le Soleil dans le champ d'une lunette. II, 170.—Tables. II, 490.—Analogie de sa constitution physique avec celle de la Terre. III, 55. — Jour qui lui était consacré. IV, 652. — Son aspect pour un observateur situé au centre du Soleil. IV, 761. — L'astronomie pour un observateur situé à sa surface. IV, 763. — Équinoxes et solstices. IV, 764. — Son aspect pour un observateur situé sur Jupiter. IV, 766.

MÉRIDIEN. Définition. I. 223, 231, 248; III, 9, 19, 69. — Détermination. I, 223, 227, 234, 236. — Principe de la mesure d'un arc de 1 degré.

III, 9; date de la première mesure. IV, 788. — Détermination du passage apparent d'un astre. III, 19. — Méridiens adoptés par les différents peuples. III, 70.
Méridienne. Définition. III, 72. — Détermination. III, 310. — Valeur du degré en divers lieux. III, 334, 341. — Longueur de l'arc d'un degré. III, 335 à 337, 339. || — du temps moyen. Définition. I, 296.
Mérope. I, 497.
Mersenius, ou mont Sacer. Montagne lunaire. *V.* Sacer.
Messier (le). Const. I, 322, 325.
Météores cosmiques. Définition. IV, 181. — Notions historiques sur leur explication. IV, 315. — Liaison de leurs grandes apparitions avec les aurores boréales. IV, 318. *V.* Aérolithes, Bolides, Étoiles filantes.
Méthode des hauteurs correspondantes pour la détermination du méridien. I, 227.
Métis. Planète. II, 204, 222, 257, 258; IV, 152, 173.
Metius. Montagne lunaire. III, 447.
Mètre. IV, 75, 77. — Etablissement du système métrique. IV, 73 à 80.
Micromètre. Description. I, 132. — Emploi. I, 132, 467; II, 48; III, 379. — Modifications. II, 49 à 80. — Date de l'invention. IV, 787, 788.
Microscope simple, ou Loupe. Définition. I, 103, 137. — Emploi. I, 103, 138. — Propriétés connues des anciens. I, 164, 165. || — composé. Construction. I, 138. — Emploi. I, 137. — Différence avec le télescope. I, 181. — Amplification. I, 138.
Microscope (le). Const. I, 322, 326.
Midi. *V.* Sud.
Midis moyens. Moment où ils ont lieu. I, 290. — Rapports avec les midis vrais. I, 291. — Détermination du midi vrai avec le gnomon. IV, 745.
Milieu. Sens de ce mot en optique. I, 17. — Passage de la lumière dans des milieux de différente densité. I, 79.
Mimas. Satellite de Saturne. IV, 465, 466.
Minimum. Définition. II, 119.
Minute. Division du degré. I, 4. — Signe. I, 4. || — Division de l'heure. I, 265.
Mira, ou Mira Ceti, ou o de la Baleine. I, 391. *V.* Baleine.
Miroirs concaves. Foyer. I, 75. — Foyers conjugués. I, 77. — Formation des images. I, 77. — Emploi dans les télescopes. I, 146. — Propriétés connues des anciens. I, 156. — Fabrication perfectionnée par Herschel. I, 159.
Mizar, ou ζ de la Grande Ourse. I, 338. *V.* Ourse (grande).
Mois. Origine; étymologie. IV, 658. — égyptiens, grecs. IV, 659, 670; romains. IV, 661. — Origine de nos mois. IV, 662. — du calendrier républicain. IV, 666. — des Hébreux. IV, 678. — des Musulmans. IV, 679. — Moyens de se rappeler quels sont les mois de 30 et de 31 jours. IV, 730.
Monde des Mondes. Nom donné à la Voie lactée. II, 9.
Monocéros. Const. *V.* Licorne.
Mont. Signification; emploi de ce mot. III, 59.
Montagne de la Table (la). Const. I, 322, 326.
Montagnes. Définition; leurs diverses parties. III, 59. — Formation. III, 73, 352. — Leur soulèvement cause du déluge. III, 86. — Loi qui a présidé à leur arrangement. III, 99. — Origine des blocs erratiques. III, 105. — Hauteurs. III, 213, 215, 222, 226, 233, 235, 240. — Attraction. IV, 70. || Chaînes. Définition. III, 60. — Ancienneté relative. III, 72. — Direction. 83, 103, 104. — Rapidité des pentes. 103. — Mesure des points culminants. 198, 201, 233. — Température des cimes

euses. III, 247. — Leur in-
nce sur la propagation des
s. IV, 597; sur la climatolo-
d'un pays tout entier. IV, 598.
ystèmes de montagnes d'après
Élie de Beaumont. III, 74, 87.
- lunaires. Historique de la dé-
verte. III, 411. — Détermination
a hauteur. III, 414. — Hau-
s. III, 417. — Formation. III,
, 451. — Coordonnées. III, 445
50. — Diamètres des circonval-
ons. III, 450. — Part qu'elles
vent avoir dans la formation
aérolithes. IV, 216. || — de
cure. II, 504. || — de Vénus.
524, 525.
CULE. Définition. III, 59.
MENALE (le). Const. I, 321, 325.
E. V. Horloge, Chronomètre.
E (la), ou l'Abeille. Const. I,
, 325. || — australe, ou la Fleur
is. Const. I, 320, 326.
EMENT des corps. I, 39. — Appli-
à la mesure du temps. I, 42.
- diurne. Notions. I, 211 à 246.
éfinition. I, 215, 247. — Observé
c un théodolite. I, 223. — Opi-
n des anciens. I, 241, 242. —
ployé pour la détermination de
osition des étoiles. I, 303. —
lication, la Terre étant consi-
ée comme une planète. III, 18.
- angulaire. Définition. I, 42. ||
propre angulaire. Définition. I,
. || Mouvements directs, rétro-
des. II, 268; IV, 122. || — pro-
s des étoiles. Notions. II, 19 à
|| — des planètes. Notions. II,
à 260. || Mouvement apparent
Soleil. Notions. I, 247 à 298.

## N

. Définition. I, 212.
E (le). Const. V. Argo.
EUSES. Définition. I, 495. — Leur
ure. I, 500. — Historique de la
ouverte. I, 502. — Nombre con-
tenu dans les cartes de Bode. I, 331; dans les catalogues des anciens astronomes. I, 333, 503, 504. — Distribution dans les régions du ciel. I, 510, 511. — Considérées dans leurs rapports avec les espaces environnants. I, 511. — Formation. I, 512. — Lumière. I, 514, 516. — Distribution de la matière phosphorescente. I, 516. — Transformation en étoiles. I, 520, 521. — Intensités comparatives de la lumière totale d'une nébuleuse avec la lumière condensée d'une étoile. I, 522. — Changements observés. I, 524. — Connexion avec les étoiles doubles. I, 542. — Distance probable à la Terre. II, 18. — Disparition. I, 542 note. || — d'Andromède. I, 502, 514, 528; d'Antinous. I. 503; d'Argo. I, 510, 542 note; d'Astérion. I, 509; 57 du catalogue de la Connaissance des temps. I, 509; 99 du catalogue de Messier. I, 510; du Centaure. I, 503, 507, 543; d'Hercule. I, 503; d'Orion. I, 502, 514, 516, 524, 526, 540, 542; de la Grande Ourse. I, 527; de la Petite Ourse. I, 543; du Sagittaire. I, 503, 542; du Scorpion. I, 511. || — circulaires ou globulaires. I, 505. — Nombre d'étoiles. I, 508. || — diffuses. Catalogue d'Herschel. I, 513. — Forme. I, 513. — Dimensions. I, 514. || — en spirale. I, 509. || — perforées ou en anneau. I, 509, 510. || — planétaires. I, 525, 527. — Analogie avec les étoiles nébuleuses. I, 536. || — résolubles. Forme. I, 505.
NÉBULOSITÉS stellaires. I, 540. — Disparition. I, 542 et note. || — des comètes. V. Tête.
NEIGE. Pouvoir rayonnant. IV, 537. — Effets de la fonte des neiges des montagnes sur la température. IV, 569. — Sa conservation dans les forêts. IV, 619. || Neiges perpétuelles. Limite dans les deux hémisphères. IV, 617. || Neige rouge. Cause de sa coloration. IV, 208.

Némésis. Nom donné à Saturne. IV, 432.
Néoménies. Définition. III, 397.
Neptune. II, 198, 199, 203 — Signe. II, 46, 203; IV, 507. — Découverte. II, 203; IV, 24, 507, 509 à 523, 789. — Aspect. IV, 507. — Distance au Soleil. II, 221; IV, 148, 508. — Révolution sidérale. II, 221; IV, 507; synodique. IV, 507. — Mouvement diurne. II, 221. — Éléments de l'orbite. II, 256; IV, 507, 508. — Variations séculaires. II, 259. — Masse. IV, 33, 34, 509. — Diamètre. IV, 40, 508, 509. — Volume. IV, 40. — Densité. IV, 41, 509. — Pesanteur à la surface. IV, 42, 509. — Temps qu'il mettrait à tomber sur le Soleil si son mouvement de translation était anéanti. IV, 43. — Temps que mettrait un boulet de canon à venir du Soleil. IV, 44. — Quantité de lumière et de chaleur que lui envoie le Soleil. IV, 508. — Anciennes observations. IV, 523. — Comètes. II, 287, 308, 339. || Satellites. Nombre. II, 46. — Découverte. IV, 526, 789. || — Nom proposé pour Uranus. IV, 485, 486.
Newton. Cratère lunaire. III, 417, 447.
Niveau. Emploi en géodésie. III, 330.
Noeuds. Définition. II, 252, 266; III, 377. || — des planètes. II, 252. || — des comètes. II, 266, 267. || — de la Lune. III, 377. — Mouvement propre. III, 378. — Coïncidence avec les nœuds de son équateur. III, 409.
Nombres d'or. Origine. III, 397; IV, 673. — Usage. IV, 705. — Liaison entre l'épacte et le nombre d'or. IV, 708.
Nones. Époque où elles arrivaient. IV, 664.
Nord. Définition. I, 213, 228.
Normales. Définition. III, 7. — Parallélisme approché de deux normales voisines. III, 8.
Noyau des comètes. *V.* Comètes. || — des taches solaires. Rapports avec la pénombre. II, 88, 93. — Aspects divers. II, 127. — Explications. II, 139. — Intensité de la lumière comparée à celle du Soleil II, 152, 168.
Nuages. Action exercée par la Lune. III, 501. — Obstacles qu'ils opposent au rayonnement des corps. IV, 539. — Observation de très-basse température. IV, 539 note. — Chaleur qu'ils abandonnent lorsqu'ils se transforment en pluie. IV, 577. — Leur marche dans la région des vents alizés. IV, 588.
Nuages du Cap, ou Nuées de Magellan, ou le Grand et le Petit Nuage. Const. I, 322, 326. — Description. I, 543. — Cause de leur blancheur. I, 500. — Nombre d'étoiles. I, 544.
Nuit. Définition. I, 266. — Sa durée en différents lieux et à différentes époques. IV, 601. — Sa durée sur la Lune. III, 488; IV, 771.
Nutation. Découverte. I, 441; II, 27; IV, 96. — Explication. IV, 97. || — de l'axe de la Terre. IV, 99. — de l'axe de la Lune. IV, 99.
Nyctémère ou Nyctimère. Définition. I, 266.

## O

Oasis. Définition. III, 57.
Objectif. Définition. I, 104, 485. — Confusion de l'image focale causée par l'aberration de sphéricité. I, 105; par l'aberration de réfrangibilité. I, 107. — Sa largeur n'augmente pas le champ de la lunette. I, 131. — Objectif des lunettes comparé à celui des microscopes. I, 138. — Supériorité des objectifs achromatiques. I, 112.
Objets inaccessibles. Détermination de la distance. I, 22.
Obliquité de l'écliptique. Définition. I, 260.

ATOIRES. Dans les différentes
ies du monde. IV, 778.
NT. *V.* Ouest.
ATIONS. Explications. III, 554.
Usage dans la chronologie. III,
— Détermination des diamètres
étoiles. III, 558. — Recherches
l'atmosphère de la Lune. III,
437.
. Étendue. III, 56. — Mers qu'il
ne. III, 56. — Profondeur des
s. III, 245. — Forme que pré-
e la masse des eaux dont il
ompose. III, 348. — Variations
ression atmosphérique. III, 178.
Courants pélagiques. III, 178;
598. — Effets du déplacement
'axe de la Terre. III, 349; du
ngement dans la vitesse de la
tion. III, 351; du mouvement
ranslation. III, 355. — Action
l'attraction lunaire. III, 530;
106. — Son influence sur les
uvements de l'axe de la Terre.
101. — Action du Soleil et de
Lune sur le flux et le reflux. IV,
. — Moment de la pleine mer.
111, 112. — Stabilité de son équi-
e. IV, 115. — Échauffement des
x. IV, 548, 561. — Tempéra-
s moyennes par diverses lati-
es. IV, 571. — Son influence
les climats continentaux. IV,
, 598. — Détermination de la
teur d'un astre au-dessus de
rizon. IV, 757.
T. Description. IV, 753. — Em-
. IV, 754.
T (l'), ou le Quartier de ré-
ion. Const. I, 321, 326.
TS lunaires. Définition. III, 377.
IRE. Définition. I, 104, 435. —
ssissement. I, 117, 132. — Éten-
du champ de la lunette. I, 132.
Description. I, 113. — Limite
sa puissance de perception. I,
, 186. — Durée de la sensation
la vue. I, 142. — Observation
objets très-faibles. I, 143. —
mp de la vision naturelle. I,
145, 204. — Sensibilité de l'œil pour la vision des étoiles. I, 189, 199. — Influence du mouvement. I, 194, 200. — Augmentation de lumière qu'il peut saisir. II, 154.
OIE (l') d'Amérique. *V.* Toucan.
OISEAU (l'). *V.* Cygne. ‖ — de Paradis, ou l'Oiseau indien, ou l'Oiseau sans pied. Const. I, 319, 326.
OLYMPIADE. Durée. IV, 694. — Ère olympique. IV, 698.
OPHIUCHUS, ou le Serpentaire, ou Esculape. I, 318, 326, 327. — Parallaxe de α. I, 443. — Réfraction de α. III, 563. — Étoiles doubles. I, 455, 469, 470, 487. — Étoiles nouvelles. I, 411, 415, 416; II, 455. — Voie lactée. II, 1, 2, 3, 16. — Comètes. II, 282, 290, 373.
OPPOSITION. Définition. II, 209; IV, 122, 387, 432.
OPTIQUE. Notions. I, 71 à 154.
ORBITE des planètes. Détermination. II, 219. — Éléments. II, 254. — Opinion de Ptolémée. III, 25.
ORIENT. *V.* Est.
ORIENTATION. Points qui servent à la fixer. I, 228.
ORION. I, 313, 318, 326, 327, 341, 343, 344. — Son aspect par des latitudes australes. I, 312 note. — Intensité de α, γ, ι, κ. I, 360. — Grandeur de α. II, 372. — Périodicité de α. I, 389. — Couleur de α. I, 439; II, 372. — γ aperçu à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 576. — Étoile multiple θ. I, 452. — Étoiles doubles. 454. — Mouvement de l'étoile double ζ. I, 470. — Voie lactée. II, 1, 2. ‖ Nébuleuse. Découverte autour de θ. I, 502. — Origine de sa lumière. I, 514, 516. — Changements de forme et d'étendue. I, 524. — Observations d'Herschel. I, 540. ‖ Nébulosité qui entoure *d*. I, 539, 541.
OSIRIS. Nom donné à Jupiter. IV, 323.
OUEST, occident, couchant. Définition. I, 213, 228.

Oural (Monts). Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
Ourse (la Grande), ou le Chariot de David. Const. I, 317, 325, 344; II, 19.—Nombre d'étoiles visibles à l'œil nu. I, 332. — Point de départ pour reconnaître les principaux groupes d'étoiles. I, 337. — Noms des principales étoiles. I, 338. — Intensité de γ. I, 356. — Diminution d'éclat de α. I, 377. — Augmentation de Alcor. I, 381. — Parallaxe de ι. I, 435, 436, 444; sa distance à la Terre. I, 436; temps qu'emploie sa lumière pour arriver à la Terre. I, 437. — Parallaxe de ζ. I, 441. — Mouvement propre de la 1330e et de ι. II, 20. — Vitesse de ι. II, 22. — Aperçue à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 576. — Étoiles doubles. I, 456, 469. — Comètes. II, 282, 311, 484. — Nébuleuse près de η. I, 509.—Nébuleuse planétaire. Diamètre. I, 527. || — (la Petite), ou le petit Chariot, ou Cynosure, ou la queue du Chien. Const. I, 314, 317. — Nombre d'étoiles visibles à l'œil nu. I, 332.— Étoile disparue. I, 380. — Voie lactée. II, 4. || Nébuleuse. Coordonnées. I, 543. || Le Gardien de l' —. *V.* Bouvier.
Ovale. *V.* Ellipse.

## P

Palilicium. Nom donné à Aldebaran. III, 560.
Pallas. Planète. II, 203, 223, 257, 258; IV, 146, 173, 175 à 179, 520, 789.
Pampas. Définition. III, 58.
Panthère (la). *V.* Loup.
Paon (le). Const. I, 319, 326.
Parabole. Définition. I, 38; II. 324. — Point où l'ellipse et la parabole sont presque confondus. I, 38. — Directions dans lesquelles elle peut être parcourue. II, 268.
Parallatique. Sens de ce mot. II, 38 note.
Parallaxe annuelle des étoiles. I, 427. — d'une étoile située au pôle de l'écliptique. I, 428; entre l'écliptique et son pôle. I, 429; dans le plan de l'écliptique. I, 431. — Détermination par la comparaison de deux étoiles très-éloignées, mais situées dans la même région. I, 432. — Parallaxe de diverses étoiles. I, 435, 436. — Historique des recherches des astronomes. I, 437. || — de la Lune. Détermination. III, 399. — Définition. III, 401. — Son effet. III, 403. || — horizontale. Définition. III, 404.
Parallèles célestes. Définition. I, 231, 299.—Parcourus par les étoiles d'un mouvement uniforme. I, 232. — Détermination des étoiles. I, 301. || — terrestres. Définition. III, 70.— Mesure d'un arc. III, 338. — Longueur d'un degré. III, 339. — Valeur d'un degré à diverses latitudes. III, 341. — Leur différence avec les lignes isothermes. IV, 533, 609.
Parallélogramme des forces. Démonstration. I, 40. — Application de ce théorème aux mouvements de la Terre. III, 49.
Parthénope. Planète. II, 204, 222, 257, 258; IV, 153, 154, 173.
Pas. Définition. III, 62.
Pégase ou le Cheval ailé, ou la Grande Croix. Const. I, 314, 318, 326, 340. — Intensité de μ et de q. I, 356. — Périodicité de ρ et de R. I, 389. || Carré de —. Étoiles qui le composent. I, 340.
Pendule. Description. I, 57; III, 42. — Propriétés. I, 58. — Invention. I, 63. — Déplacement du plan des oscillations. III, 43, 48, 49. — D'où dépend le nombre d'oscillations. IV, 48. — Emploi. IV, 49, 77. — Longueurs du pendule dans divers lieux. IV, 67. — Identité de longueurs quel que soit le corps dont

st formé. IV, 356. — Date de
application aux horloges. IV,
. || — cycloïdal. Isochroni-me
grandes et des petites oscilla-
s. I, 59. — Principe. I, 61. — de
ygens. I, 62. || — de MM. Arago
Biot. Description. IV, 50. || —
Borda. Description. IV, 59. || —
I. Foucault. Descrip'ion. III, 45.
- synchrone. Définition. IV, 49.
- à compensation. Date de son
ention. IV, 788. || — *V.* Horloge.
IBRE. Description. II, 88, 129. —
ouverte. II, 110, 130. — Expli-
ons. II, 139. — Intensité de sa
ière comparée à celle du Soleil.
168.
s. Définition. III, 61. — Incli-
son qui les rend impraticables.
62.
ÉE. Définition. I, 274, 277; III,
. — Son mouvement propre. I,
, 292. — Mouvement du Soleil.
77; de la Lune. III, 381.
ÉLIE. Définition. II, 253, 265,
, 324. — Étymologie. II, 254. —
des éléments de l'orbite des co-
les. II, 254, 268. || Distance —
inition. II, 265. — Un des élé-
nts de l'orbite d'une comète. II,
. — Unité employée pour l'expri-
r. II, 268.
ONES. Définition. IV, 360.
DE sothiaque. Définition. IV,
.
(la), ou α de la Couronne bo-
le. I, 314.
E. Const. I, 314, 318, 325, 340.
Intensité de ε. I, 356. — Chan-
ment d'intensité de la 38e. I, 381.
Périodicité de β. I, 387, 389. —
iles doubles. I, 454. — Étoile
uleuse. I, 529. — Voie lactée.
1, 2, 16, 17. — Comète. II, 290.
Lumière zodiacale. II, 192. —
ides. IV, 266. — Étoiles filantes.
301, 318 à 320.
IS. Définition. III, 62.
RBATIONS. Définition. III, 409.
TEUR. Définition. IV, 2. — à la
surface du Soleil et des planètes.
IV, 41; de la Terre. IV, 46. *V.* Attraction.
PETAVIUS. Cratère lunaire. III, 425, 447.
PHASES de Mercure. II, 487. — de Vénus. II, 516. — de la Lune. III, 384. — de Mars. II, 208; IV, 126.
PHECDA, ou γ de la Grande Ourse. I, 338. *V.* Grande Ourse.
PHÉNIX (le). Const. I, 319, 326.
PHOCÉA. Planète. II, 205, 222, 257, 258; IV, 161, 162, 173.
PHOCYLIDES. Montagne lunaire. III, 447, 451.
PHOTOMÈTRE de Köhler. Description; emploi. I, 357. || — de Steinhel. Emploi. I, 360.
PHOTOMÉTRIE. Comparaison de deux lumières. I, 192. — Atmosphères stellaires. I, 534. — Matière cométaire. II, 441. — Atmosphère lunaire. III, 440. — Lumière de la Lune. III, 460. — Table donnant les rapports des intensités de deux images pour tous les angles des deux sections principales des deux prismes. III, 478. — Étude de la lumière cendrée. III, 479.
PHOTOSPHÈRE. Définition. II, 92. — Matière qui la compose. II, 104. — Théorie de M. Swan. III, 606.
PIAZZI. Montagne lunaire. III, 447.
PIC. Définition. III, 59.
PICARD. Montagne lunaire. III, 428, 448.
PICCOLOMINI. Montagne lunaire. III, 447, 451.
PIED parallatique. Description. II, 39.
PIERRES météoriques. *V.* Aérolithes.
PINCEAUX lumineux. Définition. I, 71. — Leur marche à travers certains cristaux; pinceau ordinaire et extraordinaire. I, 124. — Mesure des grossissements. I, 125.
PINNULE. Emploi. I, 212, 216; III, 256.
PISCES. Nom latin des Poissons. I, 336.
PLAN. Détermination. I, 2. || — de l'Écliptique. *V.* Écliptique. || — de l'Équateur. *V.* Équateur. || — ma-

ridien. *V.* Méridien. || — focal. Définition. I, 99.

Planètes. Étymologie. II, 197. — Définition. II, 197; IV, 516. — Leur origine suivant Buffon. III, 248. — Leur origine fluide; leur solidification. III, 251. — Aucune n'a été une comète. IV, 21. — Effets des lunettes sur leur visibilité. I, 187, 196, 201. — Mesure des diamètres. I, 134; II, 48, 67, 72; III, 255. — Signes. II, 46, 203, 221, 244, 256, 259. — Ordre d'après leurs distances au Soleil. II, 46. — Planètes principales. II, 46, 197, 203, 256, 259. — inférieures et supérieures. II, 198; IV, 121. — intérieures et extérieures. II, 198. — Divisées en trois groupes. II, 198. — Zone dans laquelle elles opèrent leurs mouvements. II, 200. — Découverte. II, 200; IV, 516. — Mouvements apparents vus de la Terre. II, 200, 206; rapportés au mouvement apparent du Soleil. II, 209; rapportés aux étoiles. IV, 516. — Mouvements réels. II, 215, 268, 444, 449. — Perturbations. IV, 16. — Aberration. IV, 415, 416. — Orbites. I, 465; II, 219, 252, 254, 330. — Distances moyennes au Soleil. II, 221, 222. — Loi de Titius. IV, 142. — Révolutions sidérales. II, 221, 222. — Moyens mouvements diurnes. II, 221, 222. — Stations et rétrogradations. II, 230. — Les comètes n'exercent aucune action sur leur marche. IV, 25. — Masses. IV, 32. — Densités. IV, 39. — Opinion de quelques anciens sur leur nombre. IV, 141. — Théorie des épicycles. II, 238. — Système de Ptolémée. II, 243; de Copernic. II, 245; de Tycho-Brahé. II, 250; de Kepler. II, 251. — Action sur la marche des comètes. II, 275, 280; IV, 25. — Probabilité du choc d'une comète. II, 444. — Preuve de la mobilité de la Terre par les observations des passages au méridien d'une planète supérieure. III, 38. — Aperçues à l'œil nu pendant des éclipses de Soleil. III, 575. — Occultations. III, 554. — Date de la première observation des planètes en plein jour. IV, 788. — Leur marche pour un observateur placé au centre du Soleil. IV, 761.

Planètes (petites). Leur place dans le système solaire. II, 46, 199. — Zone où elles se meuvent. II, 198. — Signes. II, 203 à 206, 223, 256 à 259. — Découvertes. II, 203; IV, 141, 173, 174, 520, 789. — Liste générale. II, 203, 222, 258, 259; IV, 145 à 173. — Petitesse de leur masse. IV, 34. — Conjectures sur leur origine. IV, 173, 520.

Plateau. Définition. III, 60.

Platon. Montagne lunaire. III, 429, 449, 451.

Pleiades (les), ou la Poussinière. I, 323, 326, 341, 343, 344, 346. — Étymologie. I, 497. — Intensité des étoiles. I, 488. — Nombre d'étoiles visibles à l'œil nu. I, 189, 190; dans les lunettes. II, 6. — Principales étoiles. I, 496. — Étoile disparue. I, 378. — Voie lactée. II, 2. — Lumière zodiacale. II, 186, 192 à 194. — Centre autour duquel les étoiles circulent. II, 24.

Pléione. I, 497.

Pline. Montagne lunaire. III, 449.

Pluie. Influence de la Lune. III, 510. — Diminution des jours de pluie en allant de l'est à l'ouest. IV, 646.

Pluton. Astre supposé circulant dans l'intérieur de la Terre. III, 252.

Point. Définition. I, 1. || — d'une lunette. Définition I, 105. || — équinoxial. Quantité dont il se déplace chaque année. I, 328. || Points cardinaux. Position respective. I, 213. || — de lever, de coucher des astres I, 213 à 215, 225. — Détermination du méridien. I, 223.

Poisson. Montagne lunaire. III, 447.

Poisson (le) austral. Const. I, 314, 319, 327. — Étoiles disparues. I,

. *V.* Fomalhaut. || — volant. ist. I, 319, 326. — Étoile double. 57.
ons (les). Const. I, 317, 326, , 328. — Divinité à laquelle ils ent consacrés. I, 346. — Pas- e d'Uranus. IV, 488. — Étoile ble. I, 453. || Le signe des —. érence entre le signe et la con- lation. I, 328.
re (la), ou la Tramontane, ou e la Petite Ourse. I, 314, 339. Étymologie. I, 314. — Intensité. 356. — Parallaxe. I, 435, 436. Temps qu'emploie sa lumière r arriver à la Terre. I, 437. — ivement propre. II, 20, 22; 94, 412. — Détermination des udes géodésiques. III, 254.
isation de la lumière. Phéno- nes principaux. II, 95. — Étude a lumière du Soleil. II, 103; des ètes. II, 421; de la Lune. III, , 572. — Recherches sur l'at- sphère de la Lune. III, 441. — a couronne qui entoure la Lune dant les éclipses de Soleil. III, , 611. — Emploi à la découverte l'enveloppe gazeuse du Soleil. 95 à 104; IV, 789.
iscope. *V.* Lunette. Définition. I, 231, 247. — Éty- logie. I, 314; IV, 603. — Hau- r. I, 238. — Direction de l'horizon r un observateur situé au pôle. 83. — Distance zénithale. III, . — Déplacement. IV, 94. — rée de son mouvement. IV, 95. x, ou β des Gémeaux. I, 314, ; II, 19. — Intensité. I, 361, . — Couleur. I, 459. — Aperçu œil nu pendant une éclipse de il. III, 577.
ius. Montagne lunaire. III, 447.
one. Définition. I, 2.
nie. Planète. II, 206, 222, 236, ; IV, 167, 173.
ne. Planète. II, 206, 222, 257, 258; 166, 167, 173. Définition. III, 62.
Posidonius. Cratère lunaire. III, 425, 449, 451.
Positions géocentriques transformées en positions héliocentriques. II, 215.
Poussinière (la). Const. *V.* Pléiades.
Poussières météoriques. Composition chimique. IV, 208. — Catalogue. IV, 209.
Præsepe, ou l'Étable, ou la Crèche. Const. I, 323, 326, 499.
Précession des équinoxes. Définition. I, 263, 328; II, 228; IV, 94. — Découverte. IV, 93, 788. — Cause. IV, 93. — Conséquences. I, 263, 280, 328; IV, 94, 667. — Sens du mouvement. I, 329; IV, 94. — Sa valeur. IV, 95. — Explication. II, 229; IV, 95.
Printemps. Définition. IV, 565, 719. — Mois qui le forment. IV, 567. — Distance du Soleil. IV, 575. — Séjour du Soleil dans l'hémisphère boréal. IV, 607. — Influence de la durée moyenne du jour et de la distance moyenne du Soleil au zénith sur la température moyenne. IV, 608. — Température moyenne à diverses latitudes. IV, 644.
Prismes. Marche de la lumière. I, 83. — Formation des foyers. I, 87. — Dispersion de la lumière. I, 108. — Achromatisme. I, 110, 125, 182. — Mesure des grossissements. I, 126. || — de Nicol. Propriété. III, 477. — Emploi. III, 441.
Probabilités (Calcul des). Appliqué à la question des étoiles multiples. I, 487, 493; des étoiles nébuleuses. I, 531; aux chances du choc de la Terre avec une comète. II, 445.
Procyon, ou α du Petit Chien. I, 313, 341, 349. — Intensité. I, 357, 360, 361. — Mouvement propre. II, 21. — Aperçu à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 577.
Projections. Leur but. III, 342. — Divers systèmes. III, 343.
Pronostics empruntés aux phases de la Lune. III, 517.
Proserpine. Planète. II, 205, 222, 257, 258; IV, 163, 173. || — Astre sup-

posé circulant dans l'intérieur de la Terre. III, 252.
Psyché. Planète. II, 204, 223, 257, 259; IV, 157, 173.
Ptolémée. Cratère lunaire. III, 419, 448, 451, 452.
Pupille. Fonction. I, 114.— Influence de la lunette. I, 186. — Action de la belladone. II, 195.
Purbach. Montagne lunaire. III, 420, 447.
Pyrénées. Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
Pythagore. Mont. lunaire. III, 450.
Pytheas. Montagne lunaire. III, 449.

## Q

Quadrature. Définition. II, 210; III, 377; IV, 122, 432. — de la Lune. III, 377, 386. || — du cercle. Inutilité de cette recherche. I, 15, 17.
Quadrilatère. Définition. I, 2.
Quantités incommensurables. Explications. I, 16.
Quart de cercle. Cause de son abandon. I, 305.
Quart de cercle mural (le). Const. I, 323, 325.
Quartier anglais. Description; emploi. IV, 750.
Quartiers de la Lune. Description. III, 386.
Queue du chien (la). Const. *V.* Petite Ourse.
Queues des Comètes. *V.* Comètes.

## R

Rainures. Définition. III, 424. — Description. III, 424, 425. — Origine. III, 426.
Rameau (le). Const. *V.* Cerbère.
Rameaux d'une chaîne de montagnes. Définition. III, 61.
Rateau (le). Const. *V.* Baudrier.
Rauhineya. Nom donné à Mercure par les Indiens. II, 491.
Rayon. Définition. I, 3. || — de lumière. Définition. I, 71. — incident. I, 72, 83. — réfléchi. I, 72. — réfracté. I, 78. — émergent I, 83. — Dispersion. I, 107. — Égalité de vitesse des rayons de différentes couleurs. I, 405. || Rayons vecteurs. Définition. I, 276; III, 379. || Rayon terrestre. Sa valeur en mètres. III, 341. || Rayons solaires. Échauffement des corps. IV, 541, 562. — Composition. IV, 541. — Action chimique. IV, 543, 544. — Action calorifique. IV, 544, 545, 563. — Propriété de la chaleur qui les accompagne. IV, 546 et note. — Affaiblissement qu'ils éprouvent en traversant l'atmosphère. IV, 613. || Rayons des lumières terrestres. IV, 546.
Réflexion de la lumière. Lois. I, 72. — Formation des foyers. I, 73.
Réfraction de la lumière. Lois. I, 78. — Loi donnée par Descartes. I, 80; IV, 788. — Formation des foyers. I, 87. — Influence sur la détermination de la hauteur de l'atmosphère. III, 190; sur les rayons lumineux des étoiles. III, 191. — Variations d'intensité avec les différents corps. III, 192; elle est la même quel que soit le corps dont elle émane. III, 563. || — atmosphérique. Son rôle dans les éclipses de Lune. III, 570, 573. || Réfractions astronomiques. III, 191. — Table. III, 195. — Démonstration. III, 196.
Règle (la). Const. *V.* Équerre.
Régulateur. Description. I, 64.
Regulus, ou le cœur, ou « du Lion. I, 313, 340, 342, 454. — Intensité. I, 358, 361. — Coloration. I, 457. — Diamètre. I, 367. — Observé en plein jour. I, 207. — Aperçu à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 577.
Reichenbach. Montagne lunaire. III, 447.
Reiner. Montagne lunaire. III, 448.
Reinhold. Crat. lunaire. III, 420, 448.

D et l'Oie (le) ou le Fleuve du
re. Const. I, 320, 326. — Étoile
velle. I, 415. — Voie lactée.
3.
(le). Const. I, 322, 325.
. Loi. I, 39.
RT spiral. I, 55, 65; IV, 788. —
rant. I, 64.
LE RHOMBOÏDE. Const. I, 321,
.
E. Fonction. I, 114, 189, 191,
, 204.
LUTION anomalistique. Valeur.
410. || — sidérale. Définition;
221; III, 375; IV, 389. — Va-
r. III, 410. — Relation entre la
olution sidérale et la révolution
odique. IV, 390. || — synodique.
nition. III, 376; IV, 388. —
eur. III, 410. — Influence de la
sse de la lumière sur les valeurs
ervées de la révolution syno-
ne des satellites de Jupiter. IV,
. || — tropique. Valeur. III, 410.
Satellite de Saturne. IV, 465,
.
LI. Montagne lunaire. III, 448,
.
du Soleil. *V.* Soleil.
, ou β d'Orion. I, 313, 349. —
nsité. I, 360, 361.
ES (les monts). Chaîne de mon-
nes lunaires. III, 446.
R. Montagne lunaire. III, 449.
les trois). Const. *V.* Baudrier.
(les monts). Chaîne de mon-
nes lunaires. III, 445, 446.
. Explication. IV, 540.
dentées. Historique. I, 49. —
ploi dans la clepsydre. I, 47;
s les horloges. I, 52, 58.

## S

A charbon. Définition. I, 512. —
de charbon de la Voie lactée.
3.
(le mont), ou Mersenius Mon-
ne lunaire. III, 416, 448.
SAGITTAIRE (le), ou Chiron. Const. I, 317, 326, 328. — Divinité à laquelle il était consacré. I, 346. — Changement d'intensité de γ et α. I, 376; de ζ. I, 380. — Voie lactée. II, 3, 16, 34. — Comète II, 290. || Nébuleuse. I, 503, 542. || Le signe du —. Différence entre le signe et la constellation. I, 328.
SAIDAK. Nom donné à Alcor. I, 338.
SAINTE-CATHERINE. Montagne lunaire. III, 413, 448.
SAISONS. Explication. IV, 558. — Inégalité des saisons chaudes des deux hémisphères. IV, 575. — Action perturbatrice du vent. IV, 583. — Comparaison de leurs températures moyennes pour des latitudes différentes. IV, 608. — Les comètes peuvent-elles en modifier le cours. IV, 625. — Température moyenne pour des lieux de même latitude au milieu de l'Océan et au milieu des terres. IV, 644.
'SANAISTCHARA, 'SANI. Noms indiens de Saturne. IV, 432.
SAROS. Explication. III, 568.
SATELLITES d'étoile. *V.* Étoiles satellites. || — des planètes. Nombre. II, 46. — Sens de leurs mouvements. II, 268, 449. *V.* le nom de la planète.
SATURNE. Planète. II, 198, 199, 200. — Signe. II, 46, 203, 244; IV, 431, 487 note, 652. — Son origine suivant Buffon. II, 450. — Noms qui lui ont été donnés. IV, 431. — Opinion des anciens. II, 200. — Sa place dans le système de Ptolémée. II, 244. — Aspect. IV, 431. — Forme. II, 43; IV, 457, 459. — Aplatissement. IV, 457, 789. — Grandeur. IV, 435. — Mouvement apparent. II, 207, 234; IV, 22, 432; rapporté aux étoiles. IV, 432. — Analogie de son mouvement avec celui d'Uranus. IV, 478. — Distance au Soleil. II, 159, 221; IV, 143, 434, 484. — Mouvement diurne. II, 221. — Système de

Tycho-Brahé. II, 251. — Éléments de l'orbite. II, 256; IV, 433, 434. — Variations séculaires. II, 259. — Mouvement de rotation. II, 449; IV, 456, 789. — Sa lumière comparée à celle du Soleil. II, 159; nature de cette lumière. IV, 461. — Sa vitesse si la Terre était immobile. III, 21, 39. — Diamètre. II, 160; IV, 40, 435. — Son volume comparé à celui de la Terre. III, 21; IV, 40, 435. — Masse. IV, 34, 434. — Densité. IV, 41, 434. — Pesanteur à la surface. IV, 42, 434. — Durée de sa révolution sidérale, III, 22; et synodique. IV, 433. — Perturbations provenant de Jupiter. IV, 24, 356. — Conjonction ; opposition ; quadratures. IV, 432. — Atmosphère. IV, 179, 454. — Absence de phases. IV, 434. — Quantité de lumière et de chaleur qu'il reçoit du Soleil. IV, 434. — Son action sur Uranus. IV, 510. — Jour qui lui était consacré. IV, 653. — Observation à faire lors de son passage dans la Voie lactée. IV, 447. — Temps qu'il mettrait à tomber sur le Soleil si son mouvement de translation était anéanti. III, 356. — Aperçu à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 575. — Comètes. II, 280, 365. — Sa distance pour un observateur situé au centre du Soleil. IV, 762. — L'astronomie pour un observateur situé à la surface. IV, 768. || Anneau. Mouvement de rotation. II, 449; IV, 438, 466. — Sa mesure. II, 73. — Générations nouvelles qui y ont été aperçues. IV, 334, 440. — Aspect. IV, 436. — Inclinaison. IV, 436, 444. — Disparition. IV, 437, 443. — Divisions. IV, 438, 440, 441, 446 à 453. — Éclat. IV, 438, 446. — Excentricité. IV, 438, 445 — Valeurs angulaires de l'anneau et de ses principales parties. IV, 439. — Sa découverte. IV, 442. — Nature des bandes qui le divisent. IV, 447. — Première observation de l'ombre de la planète sur l'anneau. IV, 445. — Recherches sur son origine. IV, 472. — Étoile aperçue dans l'intervalle obscur des deux anneaux. IV, 447. — Date de la première explication de ses phénomènes IV, 788. — Phénomènes qu'il présente pour un observateur situé sur la planète. IV. 769. || Satellites. Nombre. II, 46. — Découverte. IV, 378, 462, 788, 789. — Visibilité. I, 189, 191; IV, 464. — Noms qui leur ont été donnés. IV, 465. — Mouvement de rotation. II, 449; IV, 461, — Ils présentent toujours la même face à la planète. III, 487. — Éléments de leurs orbites. IV, 460. — Leur distance à la planète. IV, 460. — Révolutions sidérales. IV, 460. — Égalité des temps de révolution et de rotation. IV, 461. — Perturbations. IV, 461. — Obstacle que l'anneau oppose à l'observation de leurs éclipses. IV, 461. — Leur aspect lorsque l'anneau se présente par la tranche. IV, 463. — Angles que font les plans de leurs orbites avec le plan de l'équateur de la planète. IV, 493.

'Sauri. Nom indien de Saturne. IV, 432.

Savanes. Définition. III, 58.

Sceptre (le) et la Main de justice. Const. *V.* Lézard. || — de Brandebourg. I, 322, 327.

Scheiner. Cratère lunaire. III, 422, 447, 451.

Schikard. Montagne lunaire. III, 447.

Scintillation. Explication. I, 209.

Scoresby. Montagne lunaire. III, 450.

Scorpion (le). Const. I, 313, 317, 327, 328. — Divinité à laquelle il était consacré. I, 346. — Changement d'intensité. I, 372. — Étoiles nouvelles. I, 410, 411. — Étoile triple. I, 451. — Étoile double. I, 455. — Voie lactée. II, 3, 34. — Comètes. II, 282, 290. *V.* Antarès. || Nébuleuse. I, 511. || Le signe du —.

Différence entre le signe et la constellation. I, 328.
Scorpius. Nom latin du Scorpion. I, 336.
Sécante. Angles qu'elle forme en coupant deux droites parallèles. I, 26.
Seconde. Division de la minute. I, 4, 265. — Signe. I, 4, 5.
Secteurs. Remplacés par le cercle entier. III, 258.
Secteurs lumineux des comètes. *V.* Comètes.
Sélénographie. Étymologie. III, 442 note.
Seleucus. Montagne lunaire. III, 449.
Semaine. Son emploi dans les temps les plus reculés. IV, 650. — Origine des noms des jours. IV, 651. — Ordre suivant lequel ils se succèdent. IV, 652. — Leur ordre suivant les astrologues. IV, 654. — Quel est le premier jour de la semaine. IV, 656.
Sensorium. Centre de la sensation des objets extérieurs. I, 114.
Serein. Explication. IV, 540.
Serpent (le). Const. I, 318, 325, 327. — Périodicité de R et S. I, 389. — Étoiles doubles. I, 455, 458. — Comète. II, 290. — Voie lactée. II, 1. || — austral. Const. *V.* Hydre mâle.
Serpentaire (le). Const. *V.* Ophiuchus.
Serres du Scorpion. Const. *V.* Balance.
Sertissure. Définition. I, 132.
Set. Nom donné à Mercure. II, 491.
Sextant. Description. IV, 753. — Emploi. IV, 754. || — à réflexion. Date de l'invention. IV, 788.
Sextant d'Uranie (le). Const. I, 320, 326, 327.
Sharp. Montagne lunaire. III, 449.
Shéat, ou γ de Persée. I, 314.
Siècle. Durée. IV, 696. — A quelle date a fini le XVIIIe et commencé le XIXe. IV, 729.
Signes du Zodiaque. *V.* Zodiaque.
Sinope ou Capuanus. Montagne lunaire. III, 416, 447.
Sinus. Définition. I, 80. — Loi. I, 80. — Emploi de la Table. II, 218 note.
Sirius, ou α du Grand Chien. I, 218, 278, 313, 341, 343, 349. — Intensité. I, 357, 360, 361. — Diamètre. I, 366, 371. — Parallaxe. I, 435, 436, 441, 444; II, 33. — Comètes qui s'éloignent de la Terre à une plus grande distance. II, 349. — Distance à la Terre. I, 436. — Temps qu'emploie sa lumière pour arriver à la Terre. I, 437. — Couleur. I, 459. — Mouvement propre. II, 20, 21, 22. — Temps qu'il mettrait à tomber sur le Soleil. II, 36. — Sa lumière comparée à celle du Soleil. II, 158, 162. — Réfraction de sa lumière. III, 563.
Soleil. Signe. II, 46, 244; IV, 487 note, 652. — Sa place dans le système de Ptolémée. II, 244. — Constellation qui lui était consacrée. I, 346. — Jour qui lui était consacré. IV, 652. — Angle sous-tendu. I, 21, 275; III, 538. — Son éclat comparé à celui de la Lune. I, 140; III, 462. — Pourquoi il paraît plus grand au zénith qu'à l'horizon. I, 172. — Mouvement apparent. I, 247, 272; II, 209, 225; IV, 103, 574, 720. — Partage en degrés de la route qu'il parcourt annuellement. I, 329. — Mesure du temps. IV, 649, 742. — Double mouvement. I, 252. — Mouvement propre. I, 254, 256. — Mouvement propre angulaire. I, 272. — Découverte du déplacement du périgée. IV, 788. — Déclinaisons. I, 258, 273; leur influence sur la durée des jours. I, 280; IV, 720. — Changements de vitesse. I, 274. — Orbite. I, 274; II, 330. — Explication des inégalités des jours solaires. I, 284; IV, 561. — Longueur des jours et des nuits en différents lieux et à différentes époques. IV, 600. — Son intensité comparée à celle de Sirius. I, 370. — Détermination de sa masse. IV, 14. — Sa masse comparée à celle des étoiles

doubles. I, 473; de la Terre. IV, 1, 16, 34; des planètes et de la Lune. IV, 34; de Jupiter, IV, 355; de Neptune. IV, 509. — Volume. III, 21; IV, 40. — Comparaison destinée à donner une idée des volumes du Soleil et de la Terre. IV, 45. — Densité. IV, 41. — Pesanteur à la surface. IV, 42. — Son action sur les mouvements de la Lune. IV, 82, 88. — Parallaxe déduite des perturbations de la Lune. IV, 87. — Action sur les marées. IV, 106, 109, 119. — Action sur la masse intérieure fluide du globe. IV, 115. — Chute de la Terre vers le Soleil. I, 474; III, 356. Considéré comme une étoile. I, 384. — Place où il est situé. II, 7. — Déplacements relatifs du Soleil et de quelques étoiles. II, 22. — Action exercée par des étoiles. II, 33. — Mouvement de rotation. II, 43, 81, 85, 449; IV, 788. — Mesure du disque. II, 47. — Forme sphérique. II, 81. — Mesure du diamètre. I, 134; II, 57, 160; IV, 40. — Constitution physique. II, 91, 103, 143. — Rapidité des changements à la surface. II, 126. — Découverte de son enveloppe gazeuse par la polarisation. II, 95 à 104; IV, 789. — Intensité lumineuse des différentes parties du disque. II, 165. — Temps que sa lumière met à venir à la Terre. I, 436; IV, 400, 401. — Quelle serait sa lumière si son diamètre était diminué. I, 139. — Emploi d'un verre coloré. II, 76. — Quels sont les rayons qui concourent à la formation de son image lorsqu'on l'observe à l'œil nu ou avec une lunette. II, 155. — Détermination du rapport qui existe entre sa lumière et celle d'une étoile. II, 158. — Mesure de la réfraction de sa lumière. III, 563. — Intensité de la lumière atmosphérique dans le voisinage du Soleil. II, 155, 170. - Température des divers points du disque. II, 172. — Habitabilité. II, 181. — Opinion des anciens sur le système solaire. II, 197, 200. — Mouvement des planètes autour du Soleil. II, 215; leurs distances moyennes. IV, 142. — Vu en même temps que Mercure et Vénus dans le champ d'une lunette. II, 170. — Projection sous laquelle il nous apparaît. III, 343. — Mouvement de la Terre autour du Soleil. I, 427; II, 224, 242. — Distance à la Terre. I, 436; III, 20, 363, 390; IV, 417, 574, 575. — Comment s'échauffent les corps qui y sont exposés. IV, 545, 563. — Action sur la température. IV, 556, 560, 562. — Sa chaleur cause première des saisons. IV, 559. — Division du temps de sa révolution entière en saisons. IV, 565. — Égale quantité de chaleur qu'il verse dans les deux hémisphères terrestres. IV, 574, 575. — Son rôle dans le phénomène des saisons. IV. 561. — Lieux où il ne se couche ni ne se lève. IV, 606. — Durée de son séjour dans les deux hémisphères. IV, 575, 607. — Influence de sa distance moyenne au zénith sur la température moyenne des saisons. IV, 608. — Affaiblissement de ses rayons en traversant l'atmosphère. IV, 613. — Températures les plus élevées du sol exposé à son action. IV, 642. — Détermination en mer de sa hauteur au-dessus de l'horizon. IV, 757. — Mouvements des comètes. II, 265; IV, 31. — Comètes entre le Soleil et l'orbite de Mercure. II, 362. — Comètes tombées dans le Soleil. II, 447, 456. — Dilatation des comètes qui s'en éloignent. II, 436. — Vu d'Uranus. II, 428. — Mouvement de Mercure. II, 485. — Passages de Mercure. II, 493; III, 362. — Distance de Mercure. II, 498. — Mouvement de Vénus. II, 507. — Passages de Vénus. II, 511; III, 361.

— Diamètre vu de Vénus. II, 529. — Action sur les mouvements de la Lune. IV, 82, 88; sur l'hémisphère visible de la Lune. III, 435.—Temps qu'il emploie à revenir au même nœud de l'orbite lunaire. III, 567. — Sa vitesse si la Terre était immobile. III, 20. — Angle d'abaissement pour la fin du crépuscule. III, 186. — Idée de Descartes sur l'analogie du Soleil et de la Terre. III, 248. — Mouvement de Mars. IV, 121. — Distance de Mars. IV, 123. — Obscurcissement de son disque par des anneaux d'astéroïdes. IV, 320 à 322. — Distance de Jupiter. IV, 3.3. — Mouvement de Jupiter. IV, 325, 387, 389. — Distance de Saturne. II, 159; IV, 434. — Mouvement de Saturne. IV, 432. — Mouvement d'Uranus. IV, 477. — Distance d'Uranus. IV, 478, 484. — Mouvement de Neptune. IV, 507. — Distance de Neptune. IV, 508.— Temps que mettrait un boulet de canon à venir de la Terre; à aller à Neptune. IV, 44. — Quantité de chaleur et de lumière qu'il envoie à Mercure. II, 505; IV, 763; à Vénus II, 534; à Mars. IV, 124; à Jupiter. IV, 325, 344, 765; à Saturne. IV, 434; à Uranus. IV, 478; à Neptune IV, 508. — Temps que les planètes mettraient à tomber sur le Soleil si leur mouvement de translation était anéanti. III, 356; Neptune. IV, 43.— Détermination de la parallaxe par les passages de Vénus. III, 361. — L'astronomie pour un observateur situé au centre. IV, 760; à la surface. IV, 762. — Aspect, mouvement, diamètre pour un observateur placé sur Mercure. IV, 763, 764; sur Jupiter. IV, 765, 766; sur la Lune. IV, 771. — Son influence sur les télescopes. IV, 785 et note. || Corrugations ou Rides du —. Moyen pour juger de l'existence de l'atmosphère de Mercure. II, 502. || Atmosphère, Facules, Lucules, Lumière, Pénombre, Rayons, Taches. *V.* ces mots. || Soleils fictifs. Détermination du temps moyen. I, 287.— équatorial, écliptique. I, 289. — Coïncidence du Soleil réel avec le Soleil fictif équatorial. I, 291. || Éclipses de Soleil. *V.* Éclipses. || Tables du Soleil. I, 288; III, 548.

Solitaire (le). Const. I, 322, 327.

Solstices. Définition. I, 261; II, 227. — Mouvements journaliers du Soleil depuis les solstices jusqu'aux équinoxes. I, 292; IV, 602.

Sommet d'un angle. I, 19; d'une ellipse. I, 36.

Spath d'Islande. Propriétés optiques. II, 95, 99.

Spectre solaire. Définition. IV, 541. — Coloration de ses diverses parties. I, 107; IV, 541; leur température. IV, 542.

Sphère. Définition. I, 30. — Génération. I, 31. — Volumes comparatifs des corps sphériques. I, 32. — Circulation autour d'un centre. II, 247. — Loi de l'attraction des molécules matérielles qui y sont uniformément distribuées. IV, 5. || — céleste. Ses pôles. I, 247. — Ses divisions. I, 248, 300. — Temps de sa révolution. I, 250. — Mouvement du Soleil. I, 252. — L'auteur du premier dessin d'une sphère céleste. I, 343.

Stadius. Montagne lunaire. I, 448.

Steppes. Définition. III, 57.

Stœfler. Montagne lunaire. III, 447.

Strates. *V.* Couches.

Struve. Montagne lunaire. III, 449.

Sud. Définition. I, 213, 228.

Surface. Définition. I, 1. || — de cercle. Sa mesure. I, 17.

Synodique. Étymologie. III, 376 note. *V.* Révolution.

Système solaire. Mouvement propre. II, 25, 27; direction. II, 30.—Astres qui le composent. II, 45, 356. — Sa durée. IV, 20.

Système planétaire de Ptolémée. II, 243. — de Copernic. II, 245; IV,

788. — de Tycho-Brahé. II, 250. — de Kepler. II, 251.
Système métrique. Son établissement. IV, 73, 75.
Syzygies. Définition. III, 377.

# T

Tables de la Lune. Emploi dans le calcul des éclipses. III, 541, 548; pour la navigation. IV, 83. || — de Mercure. Construction. II, 490. || — de Vénus. Construction. II, 509. || — d'Uranus. Construction. IV, 509. || — du Soleil. Emploi dans la détermination du temps moyen. I, 288; dans le calcul des éclipses. III, 548. || — de Mars. IV, 124. || — de Jupiter. IV, 325. || — de Saturne. IV, 434. || — de correction des hauteurs barométriques. III, 183. || — d'équation du temps. Emploi pour régler une montre. I, 294. || — des réfractions. Confiance qu'elles méritent. III, 193. — depuis 90°. III, 195.
Taches du Soleil. Découverte. II, 43, 106, 144; IV, 788. — Mouvement. II, 81. — Preuve du mouvement de rotation du Soleil. II, 85, 113. — Particularités. II, 87. — Formation. II, 91, 93, 94, 133, 149. — Théorie d'après les phénomènes de la polarisation. II, 95. — Déplacement particulier. II, 114. — Nombre, grandeur, changement de forme. II, 115, 144. — Moyen d'en faciliter l'observation. II, 121, 495. — Régions où elles apparaissent. II, 137. — Explications. II, 139; III, 607. — Influence sur les températures terrestres. II, 174. — Connexion avec les mouvements de l'aiguille aimantée. II, 180. — Différences avec celles que produisent les passages de Mercure. II, 493. || — de la Lune. Leur cause suivant Démocrite. I, 171. — Changements de position. III, 409. — Découvertes successives. III, 442. — Leurs noms. III, 443. || — de Mars, permanentes. IV, 127, 138; polaires. IV, 132, 135. || — de Vénus. II, 520. || — de Jupiter. IV, 328, 329. || — des satellites, IV, 373, 375.
Tacite. Montagne lunaire. III, 448.
Talita, ou ι de la Grande Ourse. I, 338.
Tania, ou λ et μ de la Grande Ourse. I, 338.
Tambour. *V.* Barillet.
Tangente. Définition. I, 9.
Taphira rayoura. Nom donné aux Hyades. I, 312.
Taruntius. Montagne lunaire. III, 448.
Taureau (le). Const. I, 313, 317, 326, 328, 341. — Divinité à laquelle il était consacré, I, 345. — Nombre d'étoiles observées à l'œil nu. I, 332. — Intensité de β et ζ, I, 356, 357. — β et ζ aperçues à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 576. — Étoiles disparues. I, 379. — Étoile double. I, 454. — Voie lactée. II, 2. — Comètes. II, 281, 346, 380. — Etoiles vues à travers le noyau d'une comète. II, 380, 407. *V.* Aldebaran. || Le signe du —. Différence entre le signe et la constellation. I, 330. || — royal de Poniatowski. Const. I, 322, 326.
Taurus. Nom latin du Taureau. I, 336. || — Chaîne de montagnes lunaires. III, 446.
Taygète. I, 497.
Télescope. Description. I, 146. — Principe fondamental. I, 485. — Date de la première description. IV, 787. — de Newton. I, 147; IV, 786, 787. — de Grégory. I, 149; IV, 787. — d'Herschel. I, 161. — de lord Rosse. I, 162. — Historique. I, 155. — Caractères qui le font distinguer du microscope. I, 181, 182. — Diverses espèces. I, 182. — Intensité des images focales. I, 150. — Effets sur la visibilité des étoiles. I, 364. — Moyen de juger de sa bonté. I, 484. — Moyen de le comparer à

lunette sous le rapport de la té. IV, 785.—Cas où il ne fournit une notion sur les distances. I, . — Application du micromètre. 75. — Emploi des plus forts gros-ements dans l'étude de la con-ution physique de la Lune. III, . — Influence de l'atmosphère. 784; du Soleil. IV, 785.

COPE (le). Const. I, 322, 326. || d'Herschel. Const. I, 322, 325.

ÉRATURE. Instrument pour la me-er. IV, 528. — Diminution avec hauteur. IV, 535, 559, 613; mbre de mètres correspondant à liminution d'un degré. IV, 616. Explication de la diversité des npératures terrestres. IV, 559. — changements suivant les sai-s sur l'horizon de Paris. IV, 561 65. — Froids périodiques de fé-er et de mai. IV, 568. — Expli-ion des différences qui existent re les côtes orientales et occi-ntales des deux continents. IV, . — Influence de la mer sur la npérature des continents. IV, ; des grands lacs sur la tem-ature des contrées voisines. IV, . — Mouvement de la tempéra-e de la Terre pendant l'année. 608. — Lignes isothermes. IV, . — Température des plateaux des plaines. IV, 615. — Tempé-ures les plus élevées. IV, 642, ; les plus basses. IV, 643. — rivera-t-il un temps où les jours ont la même température? IV, . || — moyenne. Sens précis de te expression. IV, 555.— Moyen l'obtenir. IV, 556. — d'un n. IV, 557. — annuelle et men-lle de Paris. IV, 570. — Égalité r tous les points d'un horizon de re ferme déterminé. IV, 570. — férence dans les villes et en rase npagne. IV, 571. — de l'Océan diverses latitudes. IV, 571. — férence dans des lieux sembla-ment situés au nord et au midi de l'équateur. IV, 574; explication. IV, 576. — Influence de la durée du jour et de la distance moyenne du Soleil sur la température des sai-sons. IV, 608. — Sa diminution avec la hauteur. IV, 616. — Comparai-son de l'apparition des comètes avec la température de diverses années. IV, 627 à 639. — Températures moyennes de divers points du globe terrestre. IV, 644.

TEMPS. Définition. I, 42. — Mesure. I, 42, 45; IV, 742. — Exactitude des modernes. I, 290 note. — Diverses unités de temps. I, 265; IV, 649, 742. || — moyen. Détermination. I, 287. — Table de l'annuaire du bureau des Longitudes. I, 293. || Équation du—. I, 294 || —(Météor.) Notions sur les phénomènes qui le constituent. IV, 527. — Impossi-bilité de prédire le temps qu'il fera. IV, 528.

TERRAINS. Disposition. III, 66. || — modernes. Soulèvements. III, 117. || — de sédiment. Composition. III, 74, 76.—Différentes espèces. III, 75, 76. — Formation. III, 78, 82.

TERRE. Ses dimensions comparées à la distance des étoiles. I, 232. — Son soutien suivant les anciens. I, 241. — Son origine suivant Buffon. II, 450. — Origine fluide; solidifica-tion. III, 253. — Centre de la sphère céleste. I, 247. — Durée des jours dans toutes les régions. I, 280; IV, 600. — Sa masse comparée à celle des étoiles doubles. I, 473. — Distance au Soleil. I, 275, 436; II, 221, 268; III, 20, 357, 361, 391; IV, 417, 574; aux étoiles. I, 427; II, 44; aux étoiles doubles. I, 476; aux limites extrêmes de la Voie lactée. II, 14; à certaines nébuleuses. II, 18; à Mercure. II, 499; à Vénus. II, 514; à la Lune. III, 380, 399, 431. — Origine de ses mouvements. II, 30. — Signe. II, 46, 203, 243, 256. —Satellite. *V.* Lune.—Mouvement de translation autour du Soleil. II,

189, 224, 227; III, 1, 353, 355; IV, 15, 44, 408. — Historique du mouvement de translation. II, 242; de la distance au Soleil. III, 363. — Sa place dans le système solaire. II, 199, 203; dans le système du monde des anciens. II, 201; dans la théorie des épicycles. II, 238; dans le système de Ptolémée. II, 243. —Mouvements des planètes vus de la Terre. II, 206, 231 à 237. — Rapports des distances des planètes à la Terre et au Soleil. II, 217. — Révolution sidérale. II, 221, 229; III, 1. — Mouvement diurne. II, 221, 449. — Orbite. II, 225, 226, 256. — Variations séculaires. II; 259. — Choc d'une comète. II, 293, 444; III, 368; IV, 30, 622.—Action d'une comète à distance. IV, 642. — Nombre de comètes contenues entre son orbite et celles de Vénus et de Mars. II, 362. — Action sur la durée de la révolution des comètes. II, 442. — Passage dans la queue d'une comète. II, 457. — Sort de ses habitants si elle devenait le satellite d'une comète. II, 475.— Sa vitesse comparée à celle d'une comète. III, 116 note. — Son volume comparé à celui de Mercure. II, 499. — Grandeur de Mercure vu de la Terre. II, 500.— Conjonctions de Vénus. II, 512. — Grandeur comparative de Vénus et de la Terre. II, 514. — Forme. III, 1, 3, 254, 348; IV, 46. — Dimensions. III, 2, 3, 15. — Axe de rotation. III, 2, 348; effet de son déplacement. III, 349; IV, 621; nutation. IV, 99, 789. — Influence de la mer et de l'atmosphère sur les mouvements de son axe. IV, 101. — Constance de sa position. IV, 583. — Pôles. III, 2; leur fixité, IV, 102. — Vitesse de la rotation. III, 2, 20, 351; IV, 44. — Masse. I, 473; III, 2; IV, 1, 16, 34. — Démonstration de la courbure de la surface. III, 4. — Sa mesure par Picard. III, 256. — Méthode pour effectuer une mesure de longueur à la surface. III, 312.— Mesure d'un arc du méridien. III, 9, 11, 15. — Valeur en toises de la circonférence. III, 15. — Longueur de l'arc d'un degré méridien à diverses latitudes. III, 335 à 337, 341. — Longueur de l'arc d'un degré de parallèle à diverses latitudes. III, 339, 341. — Isolement dans l'espace. III, 17.— Théorie du mouvement de rotation. III, 18; historique de la découverte. III, 25; preuves matérielles. III, 32 à 55. — Mesure du rayon moyen et de la circonférence de l'équateur. III, 20. — Valeur en mètres du demi grand axe et du demi petit axe. III, 340.—Valeur du rayon terrestre. III, 341. — Étude de la surface. III, 55. — Latitudes et longitudes. III, 68, 254, 289. — Ancienneté relative des diverses chaînes de montagnes. III, 72. — Action des courants aqueux sur sa constitution physique. III, 102. — Cause du déluge. III, 107. — Soulèvements des terrains modernes. III, 117. — Volcans actuellement enflammés. III, 135. — Communication établie par les volcans entre l'atmosphère et l'intérieur. III, 169. — Épaisseur de l'écorce terrestre. III, 249; IV, 115. — Atmosphère. III, 171. — Hauteurs des continents, de quelques lieux habités et des montagnes. III, 198. — Intérieur de la terre. III, 247. — Chaleur centrale. III, 248; IV, 558.—Cause de l'accroissement de chaleur avec la profondeur. III, 249, 251. — État des matières à l'intérieur du globe. III, 252. — Action de l'attraction universelle sur la masse intérieure fluide. IV, 115. — Coordonnées des principaux points du globe. III, 296. — Détermination de la méridienne. III, 310.—Cartes. III, 342.— Temps qu'elle mettrait à tomber sur le Soleil si son mouvement de trans-

on était anéanti. III, 356. — Mou-
nent de la Lune autour de la
re. III, 375. — Constance de la
pérature depuis 2000 ans. III,
. — Action sur la Lune encore
euse. III, 423, 453; lorsqu'elle se
difia. IV, 92. — Son attraction
parée à celle de la Lune. III,
. — Action des perturbations de
mouvement sur l'orbite lunaire.
88. — Indépendance de son
uvement de rotation et du mou-
ment de translation de la Lune.
104. — Angle que sous-tendrait
rayon vu de la Lune. III, 430.
Son aspect vue de la Lune. III,
, 473; IV, 771. — Intensité de
lumière vue de la Lune. III, 457.
Phases de la Terre vues de la
ne. III, 472; IV, 771. — Mode
ction de la Lune. III, 529. — Ac-
n de la Terre dans les éclipses
Lune. III, 541. — Vitesse de la
mière déduite d'observations fai-
sur la Terre. III, 42; IV, 418.
Conséquences déduites de la
ble supposition de l'immobilité
la Terre et de la vitesse de la
mière. III, 37. — Effets de la
mbinaison de la vitesse de la lu-
ère et de la vitesse de la Terre
la position des étoiles. IV, 409.
Temps que met la lumière à
ir du Soleil. IV, 400, 401, 423.
Force attractive sur un corps en
os. IV, 2, 15; sur un corps en
uvement. IV, 6; sur la Lune.
, 7. — Temps qu'elle mettrait à
réunir au Soleil si l'éther n'exis-
t pas. IV, 27. — Temps que
ttrait un boulet de canon à aller
Lune; au Soleil. IV, 44. — Den-
é. IV, 34, 39, 41. — Volume. IV,
, 41. — Comparaison pour donner
e idée exacte des volumes de la
rre et du Soleil. IV, 45. — Poids.
, 41. — Pesanteur à la surface. IV,
. — Emploi du pendule à la dé-
mination de l'intensité de la pe-
nteur à la surface; cause de ces
variations. IV, 48. — Détermination de sa figure. IV, 48, 81. — Aplatissement. III, 384; IV, 78, 80, 789; perturbations qu'il produit dans le mouvement de la Lune. IV, 84. — Distances de Mars. IV, 124, 125. — Volume de Mars comparé à celui de la Terre. IV, 124. — Point de son orbite où elle rencontre le plus d'aérolithes. IV, 223. — Vitesse de son mouvement de rotation pour un point donné et l'équateur. IV, 284. — Astéroïdes interposés entre le Soleil et la Terre. IV, 322, 568. — Distances de Jupiter. IV, 357, 393. — Les satellites de Jupiter lui présentent successivement toutes les parties de leur surface. IV, 377. — Mouvements relatifs réels de la Terre et de Jupiter. IV, 389. — Opposition et conjonction de Jupiter. IV, 387. — Déplacements annuels des étoiles. IV, 402. — Distances d'Algol. IV, 427. — Diamètre et volume de Saturne comparés à ceux de la Terre IV, 435. — Aspect de l'anneau de Saturne. IV, 436. — Refroidissement de ses couches solides par le rayonnement vers les espaces célestes. IV, 536. — Propriétés de la chaleur mêlée aux lumières terrestres. IV, 546. — Explication de la diversité des températures terrestres. IV, 559. — Conductibilité pour la chaleur des matières terrestres. IV, 560. — Proportions de la partie liquide et de la partie solide du globe, III, 56; IV, 561, 576. — Température de l'espace. IV, 559. — Égale quantité de chaleur qu'elle reçoit du Soleil dans les deux hémisphères. IV, 575. — Influence de son mouvement de rotation sur la direction des vents. IV, 586. — Durée des jours et des nuits. IV, 600. — Zones terrestres. IV, 603. — Lieux où le Soleil ne se couche pas; où il ne se lève pas. IV, 606, 607. — Séjour du Soleil dans les deux hémisphè-

res. IV, 607, 720. — Mouvement de la température pendant l'année. IV, 608. — Lignes isothermes. IV, 608. — Limite des neiges perpétuelles. IV, 617. — Distribution de la température dans les diverses régions. IV, 642 à 646. — Détermination de la position d'un lieu. IV, 749. — Son aspect pour un observateur situé sur Jupiter. IV, 766. — Phénomènes qu'elle présente à un observateur placé sur la Lune. IV, 771.

Tête des comètes. *V.* Comètes.

Tête de Méduse (la). Const. I, 314, 323, 325. — Étoiles filantes. IV, 319.

Téthys. Satellite de Saturne. IV, 465, 466.

Thalès. Montagne lunaire. III, 450.

Thalie. Planète. II, 205, 222, 257, 258; IV, 161, 173.

Theaetetus. Cratère lunaire. III, 420, 449.

Thebit. Mont. lunaire. III, 420, 447.

Thémis. Planète. II, 205, 223, 257, 259; IV, 162, 173.

Théodolite. Étymologie. I, 223 note — Description. I, 223. — Emploi. I, 223; III, 254; IV, 748.

Theophilus. Montagne lunaire. III, 448.

Théorie. Comparaison de Voltaire. II, 397.

Thermomètre. Principe de sa construction. IV, 528. — Divisions. IV, 529. — Précautions à prendre pour les observations. III, 207. — Emploi. II, 172; III, 204; IV, 536, 542, 552, 787. || — métallique. IV, 529.

Thermoscope à air. Emploi. III, 467.

Thétis. Planète. II, 205, 222, 257, 258; IV, 157, 158, 173.

Tierce. Division de la seconde. I, 4.

Timocharis. Mont. lunaire. III, 448.

Titan. Satellite de Saturne. IV, 465, 466.

Toucan (le), ou l'Oie d'Amérique. Const. I, 319, 326.

Tramontane (la). Nom donné à l'étoile polaire. I, 314. *V.* Polaire.

Tremblements de terre. Cause. IV, 115. — Effets. II, 462, 472; III, 118, 120, 122, 123, 155, 156, 159. — Leur fréquence au Pérou. III, 159

Triangle. Définition. I, 2. Différentes espèces. I, 2. || — sphérique. Définition. I, 33.

Triangle (le) austral. Const. I, 319, 326. || — boréal, ou le Delta. Const. I, 318, 325. — Changement d'intensité de α et β. I, 376. — Comète. II, 341. || — (le Petit). I, 320, 325.

Triangulations (Méthode des). Mesure d'un arc du méridien. III, 312.

Trigonométrie sphérique. I, 33.

Trois rois (les). Const. *V.* Baudrier.

Trône (le). Const. *V.* Cassiopée. || — de César. Const. *V.* Croix du Sud.

Tropiques. Définition. IV, 608. — Étymologie. IV, 604.

Tycho. Cratère lunaire. III, 417, 418, 419, 421, 430, 447, 451.

## U

Unité de hauteur d'un port. Définition. IV, 111.

Uranie. Planète. II, 206, 222, 256, 258; IV, 165, 166, 173.

Uraniscus. Const. *V.* Couronne australe.

Uranus. Planète. II, 198, 199. — Noms qui lui ont été donnés. IV, 477, 485, 486, 506. — Découverte. II, 203; IV, 477, 479, 789. — Signe. II, 46, 203; IV, 477, 487. — Mouvement apparent. II, 207. — Mouvement par rapport au Soleil. IV, 477. — Mouvement de rotation. IV, 493. — Distance au Soleil. II, 221; IV, 143, 484. — Révolution sidérale. II, 221; IV, 478. — Mouvement diurne. II, 221. — Analogie de ses mouvements avec ceux de Mars, de Jupiter et de Saturne. IV, 478. — Orbite. II, 256; IV, 478. — Perturbations. IV, 24, 511. — Aspect. IV, 478. — Absence de phases. IV, 478. — Intensité de sa lumière.

44. — Quantité de chaleur et de
ière qu'il reçoit du Soleil. IV,
. — Masse. IV, 33, 34, 478, 502.
Diamètre. IV, 40, 489 à 491. —
ume. IV, 40, 489. — Densité. IV,
479. — Pesanteur à la surface.
42, 479. — Forme. IV, 492. —
s d'abord pour une comète. II,
. — Action sur la marche d'une
ète. II, 280; IV, 481. — Di-
sion du Soleil vu d'Uranus. II,
. — Anciennes observations. IV,
. — Temps qu'il mettrait à tom-
sur le Soleil si son mouvement
translation était anéanti. III,
. — Chemin qu'aurait fait au-
rd'hui un cheval parti le jour
a naissance de Moïse d'une des
émités du diamètre de l'orbite.
45. — Tables. IV, 510. || Satel-
s. Nombre. II, 46. — Faiblesse de
r lumière. I, 144. — Instrument
loyé par Herschel pour les ob-
ver. II, 65. — Difficultés qu'offre
r observation. IV, 494; grossis-
ents qu'il faut employer. IV,
. — Découverte. IV, 495, 504,
, 789. — Direction de leur mou-
ent. II, 450; IV, 493, 498, 505.
Durée de leur révolution. IV,
, 498, 501, 502, 505. — Intensités
paratives. IV, 499. — Dispa-
on. IV, 500. — Distances moyen-
à la planète. IV, 505.
(l'). Const. *V.* Coupe.

## V

EAU (le). Const. *V.* Argo.
E. Définition. III, 61.
R d'eau. Comparaison de sa
pérature avec celle de l'eau
llante. IV, 551. — Chaleur
elle dégage. IV, 551, 552.
ISATION. Action réfrigérante.
552.
TION. Définition. III, 383; IV, 84.
Cause. IV, 83. — Valeur maxi-
m. III, 383. — L'auteur de la
découverte. III, 384. || — diurne du baromètre. Influence des phases de la Lune. III, 514.
VASE (le). Const. *V.* Coupe.
VAUTOUR (le) tombant. Const. *V.* Lyre. || — volant. Const. *V.* Aigle.
VENDANGEUSE (la), ou ε de la Vierge. I, 314.
VENT. Influence de la Lune sur sa direction. III, 516. — Obstacle qu'il oppose au rayonnement. IV, 540. — L'harmattan. IV, 593. — Le semoum. IV, 595. — Le chamsin. IV, 596. — Vitesse. IV, 597. — Influence des montagnes. IV, 598. — Action sur les nuages. IV, 577. — Influence sur la température. IV, 579, 597, 615. — Action perturbatrice dans l'explication des saisons. IV, 583. — Cause de la brise de terre. IV, 584; de mer. IV, 585. — Moussons. IV, 585. || — Vents alizés. IV, 587, 588. — Contre-courant supérieur. IV, 588. — Par impulsion; par aspiration. IV, 590. — Ouragans. IV, 591. — Influence sur les observations astronomiques. IV, 783.
VÉNUS. II, 198, 199, 200, 202, 203. — Son origine suivant Buffon. II, 450. — Signe. II, 46, 203, 244, 507; IV, 487 note, 652. — Jour qui lui était consacré. IV, 652. — Sa place dans le système de Ptolémée. II, 244. — Mouvement apparent. II, 207, 232. — Distance au Soleil. II, 209, 221, 509; IV, 142. — Révolution sidérale. II, 221, 507, 511. — Mouvement diurne? II, 221. — Orbite. II, 256, 509. — Variations séculaires. II, 259. — Mouvement de rotation. II, 449, 519; IV, 788. — Comètes. II, 362. — Peut-elle être choquée par une comète? II, 447. — Mouvement rapporté aux étoiles. II, 507. — Diamètre. II, 508, 514 à 516; vu du Soleil. III, 364; IV, 40. — Conjonction supérieure et inférieure. II, 509; IV, 121. — Quadratures. II, 509. — Orbite. II, 509. — Sa dis-

parition près du Soleil. II, 152 à 154. — Passages sur le Soleil. II, 511, 523; III, 357, 363, 366. — Grandeur. II, 514. — Forme. II, 523. — Masse. IV, 33, 34. — Volume. IV, 40. — Densité. IV, 41. — Pesanteur à la surface. IV, 42. — Distance à la Terre. II, 514. — Phases. II, 43, 73, 208, 516; IV, 788. — Taches. II, 522. — Montagnes. II, 524; III, 198. — Atmosphère. II, 526. — Quantité de chaleur et de lumière qu'elle reçoit du Soleil. II, 534. — Visibilité en plein jour. I, 206, 208; II, 531, 534. — Vue en même temps que le Soleil dans le champ d'une lunette. II, 170. — Aspect vue dans une lunette. IV, 374. — Aperçue à l'œil nu pendant des éclipses de Soleil. III, 575 à 577. — Lumière secondaire. II, 528, 534. — Satellite. II, 538. — Analogie de sa constitution physique avec celle de la Terre. III, 55. — Changements observés dans l'antiquité. III, 109. — Temps qu'elle mettrait à tomber sur le Soleil si son mouvement de translation était anéanti. III, 356. — Tables. II, 509. — Sa lumière comparée à celle de Jupiter. IV, 344. — Aspect pour un observateur placé au centre du Soleil. IV, 761; situé sur Jupiter. IV, 766.

Vernier. Description. I, 224 note. — Date de l'invention. IV, 787.

Verre. Propriétés optiques. I, 83, 165. — Différentes espèces pour les lunettes achromatiques. I, 111, 139. — Il était connu des anciens. I, 163, 165. — Verres colorés appliqués aux lunettes. II, 123 à 125.

Versant. Définition. III, 61. — Détermination de l'inclinaison. III, 62, 64. — Action des courants aqueux sur la rapidité des pentes. III, 103.

Verseau (le), ou Deucalion, ou l'Homme qui porte une Urne. Const. I, 317, 326 à 328. — Coutume consacrée par cette constellation. I, 346. — Périodicité de R. I, 389. — Étoile vue au travers du noyau d'une comète. II, 379. || Le signe du —. Différence entre le signe et la constellation. I, 328.

Verticale. Définition. I, 212. — Distance à la ligne du pôle. I, 239.

Vesper. Nom donné à Vénus. II, 510.

Vesta. Planète. II, 204, 222, 256, 258; IV, 148, 149, 173, 175 à 179, 356, 519 à 521, 789.

Victoria, ou Clio. Planète. II, 204, 222, 256, 258; IV, 154, 173.

Vierge (la), ou Cérès. Const. I, 314, 317, 325, 327, 328, 341. — Divinité à laquelle elle était consacrée. I, 346. — Étoile disparue. I, 380. — Périodicité de R. I, 389. — Étoile double. I, 442, 455, 469. — Comète. II, 333. — Découverte de Vesta. IV, 175, 521. — Mouvements de γ. I, 470. — Occultation de γ. III, 560. — Étoile aperçue à l'œil nu pendant une éclipse de Soleil. III, 577. *V.* Épi. || Nébuleuse. I, 510. || Le signe de —. Différence entre le signe et la constellation. I, 328.

Viète. Montagne lunaire. III, 447.

Virgo. Nom latin de la Vierge. I, 336.

Vision. Manière dont elle s'opère. I, 113. — Champ à travers une lunette. I, 130; de la vision naturelle. I, 145. — confuse, distincte. I, 194, 200.

Voie lactée. Aspect. II, 1; II, 45. — Noms qui lui ont été donnés. I, 313 et note; II, 2. — Opinion des anciens. I, 170; II, 4. — Explication des modernes. II, 6. — Cause de sa blancheur. I, 500. — Distribution des étoiles. I, 447; II, 16. — Jaugeage. II, 9, 34, 43. — Changements de forme. II, 15. — Circulation des étoiles. II, 24. — Centres d'attraction. II, 34. — Observation à faire lors du passage de Saturne. IV, 447. || Voies lactées de divers

res; leurs distances à la Terre. 17.
ıns. Inclinaison. III, 63, 127. — ıts des déjections volcaniques. 117. — Vitesses de projection. 217. — Phénomènes volcani- s. III, 118. — Explication. III, . — actuellement enflammés. 135 à 171. — Hauteurs. III, , 227, 230, 236. || — de la Lune ıparés à ceux de la Terre. III, , 451. — actuellement enflam- s. III, 489. *V.* Montagnes lunai- .
ıspati. Dénomination indienne Jupiter. IV, 323.
Son inégalité d'homme à homme. 132. — Durée de la sensation de vue. I, 142.

## W

ıentin. Montagne lunaire. III, , 451.
ı, ou α de la Lyre. I, 314, , 349. — Place qu'elle occupera ıs 13.000 ans. I, 335.—Sa marche s le pôle. IV, 95. — Intensité. I, , 360, 361. — Distance probable. 362. — Diamètre angulaire. I, 365. — Parallaxe. I, 435, 436, 437, 442, 443, 445. — Distance à la Terre. I, 436; II, 44. — Comètes qui s'éloignent de la Terre à une plus grande distance. II, 349. — Temps qu'emploie sa lumière pour arriver à la Terre. I, 437. — Mouvement propre. II, 20, 22. — Réfraction. III, 563.
Wollaston. Montagne lunaire. III, 449.

## X

Xiphias. Const. *V.* Dorade.

## Z

Zach. Montagne lunaire. III, 447.
Zénith. Définition. I, 212. — Emploi du cercle répétiteur pour les observations. III, 262, 269, 287. — Distance des étoiles. III, 271.
Zodiaque (signes du). Définition. I, 329. — Etendue de la zone zodiacale. II, 200.
Zone royale. Définition. II, 110. — Amplitude. II, 137.
Zones terrestres. Définitions. IV, 602. — Etendue. IV, 604.

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE DE L'ASTRONOMIE POPULAIRE

# AVIS AU RELIEUR

# CLASSEMENT DES GRAVURES

TIRÉES A PART

## TOME PREMIER

Pages

264. — Fig. 96bis. Lunette méridienne de l'Observatoire de Paris (*à prendre à la fin du tome III*).

320. — Fig. 100. Dessins des Constellations de l'Hémisphère Boréal (*à prendre à la fin du tome IV*).

321. — Fig. 101. Dessins des Constellations de l'Hémisphère Austral (*à prendre à la fin du tome IV*).

336. — Fig. 102. Carte céleste de l'Hémisphère Boréal (*à prendre à la fin du tome II*).

337. — Fig. 103. Carte céleste de l'Hémisphère Austral (*à prendre à la fin du tome II*).

338. — Fig. 106. Carte céleste de l'Horizon de Paris (*à prendre à la fin du tome IV*)

512. — Fig. 114 à 119. Nébuleuses.

513. — Fig. 120 à 128. Nébuleuses.

## TOME II

48. — Fig. 130. Équatorial de l'Observatoire de Paris.

49. — Fig. 131. Dôme rotatif de l'Observatoire de Paris.

96. — Fig. 140 à 149. Aspect du Soleil et Taches du Soleil.

97. — Fig. 150 à 155. Aspect des Taches solaires, etc.

AVIS AU RELIEUR.

- Fig. 163. Image photographique du Soleil.
- Fig. 166-167. Routes apparentes du Soleil, de Mercure, Vénus, Mars, etc.
- Fig. 184. Système planétaire des modernes.
- Fig. 187 à 198. Aspects de la Comète de Halley, etc.
- Fig. 199 à 212. Comète d'Encke. Aigrette de la Comète de Halley, etc.

## TOME III

- Fig. 244. Carte de la Terre, ancien monde (*à prendre à la fin du tome IV*).
- Fig. 245. Carte de la Terre, nouveau monde (*à prendre à la fin du tome IV*).
- Fig. 296. Carte de la Lune.
- Fig. 301 à 304. Éclipses de Soleil (*à prendre à la fin du tome IV*).

## TOME IV

- Fig. 327. Bolides observés à Paris de 1841 à 1853, par M. Coulvier-Gravier.
- Fig. 339. Appareil de M. Fizeau, pour la mesure de la vitesse de la lumière.
- Fig. 345-346. Vue perspective de Saturne. Aspect de Saturne et de son double anneau.

PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE, RUE SAINT-BENOIT 7

[redacted]

[redacted]

[redacted]

AUG 9 - 1938